



**PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA,
RENDIMENTO E QUALIDADE DA
AGUARDENTE ARTESANAL DE
DIFERENTES VARIEDADES DE
CANA-DE-AÇÚCAR**

IVAN ANTÔNIO DOS ANJOS

2001

52404

MFN-37186

IVAN ANTÔNIO DOS ANJOS

**PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA, RENDIMENTO E
QUALIDADE DA AGUARDENTE ARTESANAL
DE DIFERENTES VARIEDADES DE
CAÑA-DE-AÇÚCAR**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para a obtenção do título de "Doutor".

Orientador

Prof. Dr. Luiz Antônio de Bastos Andrade.

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL**

2001

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Anjos, Ivan Antônio dos

Produtividade agrícola, rendimento e qualidade da aguardente artesanal de diferentes variedades de cana-de-açúcar / Ivan Antônio dos Anjos. --Lavras : UFLA, 2001.

102. : il.

Orientador: Luiz Antônio de Bastos Andrade.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Aguardente. 2. Rendimento. 3. Cana-de-açúcar. 4. Variedade. 5. Época de colheita. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.61

-663.53

IVAN ANTÔNIO DOS ANJOS

**PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA, RENDIMENTO E
QUALIDADE DA AGUARDENTE ARTESANAL DE
DIFERENTES VARIEDADES DE
CANA-DE-AÇÚCAR**

**Tese apresentada à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Agronomia,
área de concentração em Fitotecnia, para a
obtenção do título de “Doutor”.**

APROVADA em 10 de setembro de 2001

Profa. Dra. Maria das Graças Cardoso – UFLA

Prof. Dr. João Batista Donizete Corrêa – UFLA

Prof. Dr. Fernando Carazza – UFMG

Prof. Dr. Paulo Sérgio Rabello de Oliveira – UNIMAR


Prof. Dr. Luiz Antônio de Bastos Andrade – UFLA

(Orientador)

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL**

A Deus por abrir e
iluminar os caminhos
por onde quer que eu vá.

OFEREÇO

À memória de minha querida e eterna Mãe.
À minha futura esposa, Leila Apolinário.
A meu pai, irmãos Ronan e Ivânia.
Aos meus tios, sobrinhos Renato e Renata e primos.
À Vovó Conceição.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) pela oportunidade de realização do curso de Doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudos.

Ao Departamento de Agricultura e ao colegiado de curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, na pessoa do Professor Samuel Pereira de Carvalho pela dedicação e apoio aos pós-graduandos deste departamento.

Ao orientador, Professor Dr. Luiz de Bastos Andrade, pela preciosa e valiosa orientação e amizade por mais de uma década.

À coorientadora professora Dra. Maria das Graças Cardoso, pela disponibilidade, orientação e amizade a mim despendida durante a realização deste trabalho.

Aos professores Dr. João Batista Donizete Corrêa, do Departamento de Agricultura, e aos Professores Dr. Augusto Ramalho de Moraes e Dr. Paulo César Lima, do Departamento de Ciências Exatas pela colaboração durante os cursos de mestrado e doutorado.

À professora Rosane Freitas Schwan, do departamento de Biologia da UFLA.

Ao Sr. João Batista Mendes, da Cachaça "JM", pela amizade e concessão da área para que o trabalho fosse conduzido, além do comprometimento e grandiosa colaboração para o sucesso do trabalho.

A todos os funcionários da Cachaça "JM", pela disponibilidade, comprometimento e dedicação para a realização das etapas deste trabalho.

À Usina Lusiânia, em Lagoa da Prata (MG), na pessoa do Engenheiro Agrônomo Gilmar Geraldo Vieira, pelas realizações das análises químico-tecnológicas da cana-de-açúcar.

À Destilaria Alvorada Bebedouro, em Guaranésia (MG), na pessoa do Responsável técnico, Engenheiro Agrônomo Antônio Carlos Moreno.

À funcionária Cleuza, do Laboratório de Análise físico-química de Aguardente do Departamento de Química – UFLA .

Aos amigos Paulo Alexandre Monteiro de Figueiredo, Antônio Carlos Quintela, Júlio César Garcia, André Ferreira, Sebastião Márcio e Adenilson pela grande amizade, companheirismo, convivência e ajuda nas etapas deste curso.

Aos alunos de graduação Anaílda, Vanisse, Priscila, Fábio e aos demais, pela amizade e por auxiliarem nas realizações das análises físico-química das aguardentes.

Aos meus familiares, principalmente ao meu pai e ao meu tio, Padre Paulo, por tudo que têm feito por mim.

À minha noiva Leila e à sua família pela dedicação, compreensão e carinho.

Aos amigos Luiz Carlos da Silva e Donizete da Silva pela valiosa contribuição para que essa meta fosse atingida.

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

Muitíssimo obrigado!

BIOGRAFIA DO AUTOR

Ivan Antônio dos Anjos, filho de Expedito Custódio dos Anjos e Vanilda Maria Machado dos Anjos, nasceu em Perdões, Estado de Minas Gerais, aos 28 de julho de 1966.

Diplomou-se como Engenheiro Agrônomo em 1992 pela Escola Superior de Agricultura de Lavras, ESAL, Minas Gerais.

Em agosto de 1992, iniciou o curso de mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, na Universidade Federal de Lavras (UFLA), concluindo-o em fevereiro de 1995.

Foi professor na área de olericultura e mecanização, na Escola Estadual Agrotécnica Afonso de Queiroz – Patos de Minas, MG, no período de agosto de 1996 a julho de 1997.

Em agosto de 1997, iniciou o curso de doutorado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, na Universidade Federal de Lavras, (UFLA), concluindo-o em setembro de 2001.

Participante, desde 1997, de Conselhos Comunitários – Saúde e Assistência Social na cidade de Perdões, MG.

SUMÁRIO

	Página.
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Aspectos gerais	3
2.2 Manejo varietal da cana-de-açúcar	4
2.3 Característica agrônômicas e tecnológicas da cana-de-açúcar importantes na produção de aguardente	7
2.4 Qualidade química da aguardente artesanal.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Local e época de plantio	17
3.2 Delineamento experimental, tratamentos, parcelas e subparcelas .	17
3.3 Instalação e condução.	22
3.4 Preparo de fermento e fermentação	23
3.5 Destilação	25
3.6 Coleta e preparo de amostras para envio ao laboratório	26
3.6.1 Determinação dos parâmetros químico-tecnológicos da cana-de-açúcar	26
3.6.2 Determinação dos parâmetros físico-químicos da aguardente....	27
3.7 Parâmetros estudados	27
3.7.1 Número de colmos por metro linear	27
3.7.2 Rendimento médio de colmos por hectare .	27
3.7.3 Rendimento de caldo por tonelada de cana	27
3.7.4 Análises químico-tecnológicas da cana-de-açúcar	28
3.7.5 Rendimento de aguardente por tonelada de cana e por hectare...	28

3.7.6 Análise físico-química da aguardente	28
3.7.7 Análises estatísticas	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 Características agronômicas e rendimento de caldo	30
4.1.1 Número e rendimento médio de colmos	30
4.1.2 Rendimento de caldo por tonelada de cana	35
4.2 Parâmetros químico-tecnológicos da cana-de-açúcar	38
4.2.1 Teores de brix (%) caldo e brix (%) cana	38
4.2.2 Teores de fibra e pol (%) cana	42
4.2.3 Pureza (%) cana e açúcar total recuperável (ATR)	48
4.3 Rendimentos de aguardente por tonelada de cana e por hectare	52
4.4 Parâmetros físico-químico da aguardente	56
4.4.1 Grau alcoólico e acidez volátil	56
4.4.2 Teores de cobre e aldeídos	61
4.4.3 Teores de ésteres e álcoois superiores	67
4.4.4 Extrato seco e densidade relativa	72
4.4.5 Álcool metílico	76
5. CONCLUSÕES	77
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
ANEXOS	85

RESUMO

ANJOS, Ivan Antônio dos. Produtividade agrícola, rendimento e qualidade da aguardente artesanal de diferentes variedades de cana-de-açúcar. Lavras: UFLA, 2001 102 p. (Tese – Doutorado em Fitotecnia)*

Estudou-se o comportamento varietal de cana-de-açúcar SP 80-1842 e RB 825336 de ciclo de maturação precoce, SP 70-1143, RB 855536 e RB 855113 de ciclo médio; RB 806043 e RB 72454 de ciclo tardio e respectivos contrastes entre as médias dentro dos ciclos, em três épocas de colheita, quanto ao rendimento e qualidade da aguardente artesanal. As épocas de colheita foram: maio, junho e julho para as de ciclo de maturação precoce; julho, agosto e setembro para as de ciclo médio e outubro, novembro e dezembro para as de ciclo tardio. O experimento foi instalado a campo em área da Cachaça “João Mendes – JM”, em Perdões – MG. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial (7 x 3) com parcelas subdivididas com 3 repetições, totalizando 63 subparcelas. A subparcela foi constituída por 16 linhas de cana-de-açúcar, cuja área útil foi de 156, 8 m². As épocas de colheita dentro dos respectivos ciclos de maturação influenciaram no comportamento das variedades precoce, média e tardia, para todos os parâmetros estudados, exceto para teor de extrato seco na aguardente. Para rendimento de colmos, de modo geral, nas três épocas de colheita, não houve diferenças entre as variedades precoces, SP 80-1842 e RB 825336. Das variedades médias, as melhores foram as variedades RB 855536 e a SP 70-1143, e quanto às de ciclo tardio, a variedade RB 806043 apresentou maior produtividade. Quanto ao rendimento de aguardente por hectare as variedades de ciclo de maturação precoce e médio aumentaram os rendimentos à medida que avançou a época de colheita, enquanto as de maturação tardia aumentaram os rendimentos da primeira para segunda época, mas a partir daí tiveram redução de rendimentos, mostrando que dezembro já é um mês desfavorável para a produção de aguardente. As aguardentes, de modo geral, apresentaram teores satisfatório para o grau alcóolico, acidez volátil, cobre, aldeídos, ésteres e álcoois superiores. Algumas aguardentes em determinada época de colheita, apresentaram altos teores de cobre e aldeídos, tais ocorrências, provavelmente sejam de origem operacional e não intrínsecas das variedades ou proveniente das épocas de colheita. Para as condições de solo e clima da região sul de Minas, o produtor de aguardente poderá optar pela variedade SP 80-1842 ou RB 825336, dentro das precoces; e para as variedades média e tardio, respectivamente, merecem destaque as variedades RB 855536 e a variedade RB 806043.

ABSTRACT

ANJOS, Ivan Antônio dos. Cane and brandy yields and quality of homemade brandy from different sugarcane varieties. Lavras: UFLA, 2001. 102p. (thesis - doctorate in crop science)*.

Varietal and brandy yields of early (SP 80-1842 and RB 825336), medium (SP 70-1143, RB 855536 and RB 855113) and late cycle (RB 806043 and RB 72454) sugarcane varieties were compared for three different harvest dates within each maturity group. Harvest dates were: May, June, July for the early maturing group; July, August, September for the medium maturing group; and October, November and December for the late maturing group. The trial was field grown in the Cachaça João Mendes farm in Perdões, MG, Brazil. The experimental layout was a split plot factorial design (7 varieties x 3 harvest dates) with 3 replications. Each experimental unit comprised 16 rows, with a total area of 156.8m². Harvest dates within each maturing cycle affected all trails measured, except brandy dry extract. Stem yield showed no differences among the three harvest dates the early varieties SP 80-1842 and RB 825336. Among medium cycle varieties, RB 855536 and SP 70-1143 were superior in yield, as was RB 806043 among late varieties. For brandy yield per hectare, the varieties of early and medium maturation cycle increased the yields as harvest season advanced whereas those of late maturation increased the yields from the first to the second season but thenceforth presented reduced yields, showing that December is already an unfavorable month for brandy production. The brandies, in general, presented satisfactory contents for alcoholic degree, volatile acidity, copper, aldehydes, esters and higher alcohols. Some brandies in a particular harvest season presented high contents of copper and aldehydes; such occurrences are probably of operational origin and not intrinsic to the varieties or harvest seasons. For the soil and climate conditions of the southern region of Minas Gerais, the brandy manufacturer will be able to choose among early varieties SP 80-1842 or RB 825336 or among medium cycle RB 855536 or late cycle RB 806043.

* Guidance Committee: Dr. Luiz Antônio de Bastos Andrade - UFLA (Adviser) and Dra. Maria das Graças Cardoso - UFLA.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil a produção de aguardente a partir de cana-de-açúcar, mais conhecida como “cachaça”, remonta ao período da colonização, confundindo-se com a própria história do nosso país, que é, desde aquela época, o maior produtor mundial.

O Estado de São Paulo é o maior produtor nacional de aguardente, prevalecendo a produção de aguardente industrial, seguido do Estado de Minas Gerais, maior produtor de aguardente artesanal, obtida principalmente em pequenos alambiques (Andrade, 1998).

No sul de Minas Gerais, região que se caracteriza por pequenas propriedades rurais e relevo acidentado, que não permite uma mecanização mais intensa, os produtores devem buscar alternativas que possibilitem sua manutenção no campo de forma competitiva. Uma destas alternativas é a produção artesanal de aguardente, que exige relativamente baixos investimentos e proporciona possibilidades de retornos satisfatórios.

No sistema de produção artesanal de aguardente, a questão varietal merece destaque. O produtor deve escolher as variedades de cana-de-açúcar que melhor se adaptem ao solo, período de safra e clima, levando em conta as características de produtividade, riqueza em açúcar, resistência às principais doenças, facilidade de moagem e fermentação do caldo, rendimento e qualidade da aguardente, facilidade de obtenção de mudas e manejos, dentre outros.

Como a safra de cana-de-açúcar (período de produção) na região estende-se de maio a dezembro, deve-se ter um plantel varietal que atenda satisfatoriamente ao início (maio/junho); variedades de maturação precoce, meio (julho/agosto/setembro); variedades de maturação média e final de safra (outubro/novembro/dezembro); variedades de maturação tardia, para que a

produtividade agroindustrial seja maximizada e proporcione resultado econômico satisfatório (Rezende Sobrinho, 2000).

Os aspectos gerais da qualidade da aguardente e seu controle, associados à sua importância, poderão ser alcançados através de análises prévias físico-químicas para designação da aguardente de boa qualidade, as quais devem se enquadrar nos padrões estabelecidos pelo Decreto Federal 2314 de 04 de setembro de 1997 MAAb (1997).

No sul de Minas Gerais, região grande produtora de aguardente artesanal do Estado, não se dispõe ainda de informações seguras quanto às indicações de variedades de cana-de-açúcar para a produção de aguardente artesanal de qualidade e, principalmente variedades lançadas recentemente pelos órgãos de pesquisa que trabalham com melhoramento genético.

O objetivo deste trabalho foi o de estudar os rendimentos agrícola e de aguardente, assim como a qualidade da bebida, obtidos a partir de diferentes variedades de cana-de-açúcar, em três épocas de corte, dentro de cada um dos respectivos ciclos de maturação: precoce, médio ou tardio.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais

Aparentemente, a origem da aguardente remonta ao século VIII, no entanto, só é possível afirmar que a fabricação da aguardente tornou-se difundida a partir do século XII (Lippman [19--], citado por Maia, Pereira e Schwabe, 1994).

No Brasil, com a introdução da cana-de-açúcar por Martim Afonso de Souza, em 1532, juntamente com a construção dos primeiros engenhos na década de trinta, tornou-se possível a obtenção, a partir da borra do caldo de cana, de uma bebida inicialmente destinada aos escravos. Com o aperfeiçoamento das técnicas de destilação, ocorreu a vulgarização da cachaça no Brasil e de outras bebidas destiladas na Europa (Carvalho e Silva, citado por Bezerra, 1995).

Em Minas Gerais, por razões históricas e culturais, a produção de aguardente ainda mantém uma grande semelhança com as práticas efetuadas a vários séculos (Maia, Pereira e Schwabe, 1994).

Segundo Andrade (1998), a produção oficial de aguardente no Brasil é de aproximadamente 1,5 bilhões de litros por ano. Extra-oficialmente, porém, a estimativa é de que a produção real seria de pelo menos o dobro da oficial, ou seja, 3,0 bilhões de litros por ano. De acordo com o autor, a produção oficial de aguardente gera IPI, ICMS e outros impostos, enquanto a não oficial contribui para a economia informal.

No ano de 1992 foi criado, em Minas Gerais, pela lei Estadual nº. 10.853, o Pró-cachaça, programa que tem por objetivo preservar as áreas produtoras, sua tecnologia e cultura, melhorar a qualidade e produtividade, aumentar a produção, além de incentivar a exportação e turismo interno, em

função da boa aguardente de cana (Ribeiro, 1997). Também foi criada a Associação Mineira dos Produtores de Aguardente de Qualidade (AMPAQ), entidade que juntamente com o governo, vem trabalhando pela maior valorização do setor, fazendo com que ele tenha um maior desenvolvimento.

Em contrapartida, vários problemas foram identificados, merecendo destaque o baixo nível tecnológico dos produtores, tanto quanto à produção de cana-de-açúcar como à fabricação de aguardente e na falta de uma estrutura de comercialização. A aguardente produzida, principalmente em pequenos alambiques artesanais, não apresenta, em termos econômicos, condições de competitividade com a aguardente industrializada. No entanto, quanto à qualidade da bebida, boa parte da aguardente artesanal produzida equipara-se à aguardente industrial (Ribeiro, 1997).

2.2 Manejo varietal da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar caracteriza-se por ser uma das culturas que melhor utiliza seu potencial de produtividade em função das condições ideais de clima. Vários autores destacaram temperatura, luminosidade e disponibilidade hídrica como fatores importantes no ciclo dessa cultura (Alfonsi, 1987).

O mesmo autor ressalta, ainda, que as melhores condições climáticas para a cana-de-açúcar: durante a fase de crescimento, é um período quente, úmido e com alta radiação solar, e durante as fases de maturação e colheita, um período seco, ensolarado e mais frio.

Em cana-planta, em um solo arenoso e distrófico, Salata, Armene e Lorenzetti (1987) verificaram decréscimo acentuado na produtividade agrícola à medida que o corte avançou no período seco. Porém, de acordo com os mesmos, a perda de produtividade durante a safra foi compensada com os altos teores de sacarose obtidos até o mês de outubro.

Estudos realizados mostram que somente com o manejo de variedades de cana-de-açúcar, o produtor tem uma economia de até 9,8% no custo de produção do álcool. Verificou-se ainda que é possível aumentar a produtividade agroindustrial em cerca de 15% somente com um melhor manejo de variedades de cana, o que resultaria em um aumento de 23% na produção de cana ($t \cdot ha^{-1}$) e 77% no teor de sacarose - pol (%) cana. Tais fatos também são muito importantes no que se diz respeito à produção de aguardente (Copersucar, 1989; citado por Rezende Sobrinho, 2000).

Em relação à época de safra, na região centro-sul do Brasil, normalmente ela está compreendida entre os meses de maio a dezembro. É importante trabalhar com variedades com ciclo de maturação diferentes, que cubram todo o período de safra, ou seja, precoces (colhidas em maio/junho), médias (colhidas em julho/agosto/setembro) e tardias (colhidas em outubro/novembro/dezembro), para que se obtenham sempre matérias-primas nas condições de moagem, isto é, maduras. Este manejo é muito importante não só para a produção de açúcar e álcool, mas também para a produção de aguardente.

Ao longo da história da cana-de-açúcar, há a necessidade de contínua substituição de variedades menos produtivas por outras mais ricas e produtivas. Uma variedade produtiva tem grande importância econômica no contexto da cultura, pois é um fator que pode gerar maior lucratividade sem aumento de despesas (Mota et al., 1996).

No que diz respeito à produtividade dos canaviais, Salata et. al. (1993), observaram, em condições de solo arenoso, a ocorrência de decréscimos na produtividade agrícola à medida que o corte avançou no período seco durante a safra, para as variedades RB 72454 e SP 79-1011.

Arizono, Garcia e Matsuoka (1998) relatam que os riscos de quedas de produtividade devido aos estresses climáticos e biológicos são muito grandes.

Neste sentido, tais problemas confirmam a necessidade de diversificar a lavoura comercial, plantando-se diferentes variedades de cana-de-açúcar.

Os principais recursos para se aumentar a produtividade dos canaviais para a agroindústria sucroalcooleira, e principalmente na aguardamenteira, é, indiscutivelmente, a adoção e um correto manejo de novas variedade (Hoffmann et al., 1999).

Evidências de campo, em algumas regiões argentinas, indicaram que o momento do corte de um canavial teve grande importância no rendimento de colmos e de sacarose, especialmente nas colheitas realizadas em períodos extremos da safra, que podem afetar a longevidade das soqueiras, diminuindo a produção posterior e, conseqüentemente, a vida útil do canavial, (Ahmed e Mariotti, 1983; citados por Raizer, Sordi e Braga Jr., 1999).

Em uma localidade da Argentina, Chavanne, Espinosa e Erazzú (1994), citados por Raizer, Sordi e Braga Jr. (1999), avaliaram cinco variedades comerciais em oito épocas de corte na cana-soca. Os autores determinaram o período de julho a agosto como o mais favorável para a colheita da cana-planta, já que, dessa forma, o rendimento seria otimizado no segundo corte, com menor queda para a produtividade das soqueiras subsequentes.

Em ensaios de competição de variedades colhidas em diferentes épocas de corte durante a safra, Raizer, Sordi e Braga Jr (1999) mencionam que, para a pureza do caldo, o efeito de épocas de colheita foi significativo, sendo que a média da primeira época foi menor do que a das duas seguintes. O efeito da interação entre épocas e variedades também foi significativo.

Tais autores, mediante aos resultados obtidos para a variável fibra (%) cana, também observaram que a média da primeira época foi significativamente menor que a média da segunda época, a qual, por sua vez, foi menor do que a média da terceira época, sendo que a interação entre épocas e variedades também foi significativa. Resultados semelhantes foram obtidos para a variável

pol (%) cana. Não houve diferença significativa entre as médias das épocas de colheita para a variável toneladas de cana por hectare, porém houve significância para interação entre épocas e variedades.

De acordo com Maule (1999), avaliando o comportamento de cultivares de cana-de-açúcar em função do solo e épocas de colheita (maio, agosto e outubro) no município de Castilho, Região Noroeste de São Paulo, houve diferença significativa para a interação variedades e época de colheita para rendimento de colmos por área. Verificou-se, para a primeira época, que as variedades RB 855536 e a RB 72454 apresentaram valores superiores aos das demais variedades. As variedades SP 80-1842 e a RB855113 apresentaram valores intermediários. Na segunda época de colheita, realizada em agosto, ocorreu uma superioridade da variedade RB 72454. Porém, na terceira época de corte (outubro), não foram observadas diferenças significativas entre tais variedades.

Rezende Sobrinho (2000) estudando o comportamento de doze variedades de cana-de-açúcar em latossolo roxo, em três épocas de colheita, também observou interação significativa para variedades e épocas de colheitas quanto ao parâmetro rendimento de cana por hectare. Dentre as variedades estudadas, RB 835336, SP 80-1842, RB 855536, RB 806043 e RB 72454, notou-se na primeira e segunda épocas de colheitas, que a variedade SP 80-1842 apresentou os menores valores, não se observando, entretanto, diferenças significativas para as demais variedades mencionadas.

2.3 Características agrônômicas e tecnológicas da cana-de-açúcar importantes na produção de aguardente

A cana-de-açúcar deve ser colhida e industrializada quando atinge teores mínimos de açúcares, suficientes para permitir a sua extração e transformação em produtos comerciais, como, por exemplo, a aguardente, em bases

econômicas (Brieger, 1968). Desta forma, é necessário que uma curva de maturação seja determinada para cada variedade, para que se estabeleça o início e o fim da colheita, estabelecendo-se o período útil de industrialização (P.U.I.).

A cana-de-açúcar é considerada madura, para início de safra, quando atinge os seguintes valores mínimos: brix (sólidos solúveis) 18%; pol (sacarose) (%) caldo 15,3% ou pol (%) cana 13,0; pureza 85 (%) cana e açúcares redutores de 1 (%) cana, no máximo. Para o final de safra, considera-se que a cana deve apresentar, no mínimo, 16 % de pol (%) cana (Brieger, 1968). O termo (%) caldo é usado quando a análise é feita na amostra de caldo após a extração, e (%) cana quando a análise é feita na amostra de colmos desintegrados (Coopersucar, 1980).

Quanto aos aspectos químico-tecnológicos, segundo Brieger (1968) a pol, o brix e pureza % cana são características básicas que compõem os cálculos do açúcar teórico recuperável (ATR), possuindo assim, uma relação estreita entre esta e aquelas características.

Stuppiello (1992) menciona que a cana-de-açúcar deve atender a uma conjunção de parâmetros tecnológicos e microbiológicos que definam a sua qualidade, principalmente na produção de cachaça, pois somente as técnicas empregadas não oferecem recursos para minimizar os efeitos causados por uma matéria-prima de má qualidade.

Existem diferenças de uma variedade para outra, mas para Maia, Pereira e Schwabe (1994), isto não é um fator limitante da qualidade, pois, desde que a cana forneça o teor necessário de açúcar, todos os demais requisitos nutricionais das leveduras, no momento da fermentação, poderão ser suplementados pelo fabricante.

Em se tratando do teor de fibra da cana-de-açúcar, esta constitui um dos fatores que regulam as perdas de sacarose no bagaço, mas, ao mesmo tempo, é importante na indústria para queima e produção de vapor. Em trabalho realizado

por Dantas et al. (1967) com dezenove variedades de cana-de-açúcar, no Estado de Pernambuco, foi constatado que os teores de fibra de uma mesma variedade variam com o mês, sendo mais elevados em setembro do que em outubro, e mais altos em novembro/janeiro do que em setembro.

Por sua vez, Rodella (1974), realizando estudos sobre a influência do clima, solo e idade na relação caldo-fibra do colmo de vinte e sete variedades de cana-de-açúcar, com cortes de maio a dezembro (8 a 15 meses de idade), demonstrou que o teor de fibra aumentou linearmente com a idade da cana, para todas as variedades.

Também Fernandes (1982), estudando o comportamento agroindustrial de seis variedades de cana-de-açúcar com e sem fertirrigação, durante três safras, encontrou valores crescentes para o teor de fibra de maio a setembro.

No entanto, Stupiello (1987) menciona que o teor ideal de fibra deve estar em torno de 12,5 (%) cana, pois, com uma produção muito baixa de fibra, pode haver o comprometimento do suprimento de bagaço como combustível dentro do processo industrial de fabricação de aguardente.

Todavia, de acordo com Cesar (1992), a elevação de 1% de fibra na cana causa uma perda de 1,5% na extração de caldo.

O florescimento é uma característica indesejável numa variedade de cana-de-açúcar. Almeida (1945) e Hernandez (1965), citados por Sordi e Braga Júnior (1996), verificaram que o principal prejuízo do florescimento é a menor quantidade de caldo extraído dos colmos florescidos, em relação aos não florescidos, pois a maior porcentagem de fibra dos internódios mais isoporizados diminui a extração de caldo.

Fernandes (1982), ao estudar o comportamento de seis variedades de cana-de-açúcar com o objetivo de traçar curvas de maturação, encontrou valores crescentes, de maio a setembro, para pol, brix e pureza (%) cana, além do ATR ($\text{kg} \cdot \text{t}^{-1}$).

Também Borba, Paterson e Melo (1988), estudando estes mesmos parâmetros em diferentes variedades, inclusive a RB 72454, mencionam que esta apresentou valores crescentes até os dezesseis meses, quando foram obtidos os melhores resultados.

Carvalho (1992) também detectou que os teores de brix e pol (%) cana aumentaram com o avanço dos estádios de desenvolvimento vegetativo, embora as variedades tenham apresentado particularidades nesta evolução. O mesmo autor relata que os teores de pureza (%) cana e o ATR também aumentaram com a maturação das plantas, o que pode ser explicado por estes serem parâmetros dependentes do pol e brix.

Rezende Sobrinho (2000) estudando o comportamento de 12 variedades de cana-de-açúcar (cana-planta) em três épocas de colheita e comparando somente as de ciclo precoce, RB 825336 e SP 80-1842, verificou que houve uma superioridade da primeira variedade para as três épocas de colheita, a qual apresentou, para a variável fibra (%) cana, 10,39; 10,90 e 13,21%, contra 9,93; 9,66 e 11,53 % da variedade SP 80-1842.

O mesmo autor verificou, neste mesmo estudo, que a variedade RB 855536, de ciclo de maturação médio, apresentou, em média, 9,23 fibra (%) cana quando da colheita realizada em julho e 10,52 fibra (%) cana para colheita de setembro. Já para as variedades RB 72454 e RB 806043, de ciclo de maturação tardia, detectou-se que ambas apresentaram, na média das três épocas de colheita, respectivamente 8,28 e 9,75 fibra (%) cana.

Para o parâmetro pol (%) cana, Maule (1999), avaliando o comportamento de cultivares de cana-de-açúcar em função do solo e épocas de colheita, verificou que houve interação significativa entre variedades e época de colheita. Das variedades estudadas, a RB 855536 e RB 72454 apresentaram valores de pol superiores em relação às demais variedades. As variedades SP 80-1842 e a RB855113 apresentaram valores intermediários. Na segunda época de

colheita, realizada em agosto, ocorreu uma superioridade da variedade RB 72454; na terceira época de corte (outubro), não foram mais observadas diferenças significativas entre tais variedades.

Rezende Sobrinho (2000), estudando o comportamento de variedades de cana-de-açúcar em latossolo roxo, na região de Ribeirão Preto, São Paulo, em três épocas de colheita (maio, julho e setembro), observou, comparando as variedades RB 825336 e SP80-1842, de ciclos precoce, que não houve diferença significativa para pol (%) cana. Os valores encontrados foram, respectivamente, 12,70 e 12,54 pol % cana, para a primeira época, e 14,42 e 14,32 pol (%) cana para a segunda época.

No que diz respeito à variedade RB 855536, de ciclo médio, o autor observou valores de pol (%) cana de 13,02; 14,84 e 16,20, respectivamente, para as três épocas de colheita. Notou-se que não houve diferença significativa para as variedades RB 72454 e RB 806043, de ciclo de maturação tardio, as quais apresentaram, respectivamente, 12,82 e 12,87 pol (%) cana na primeira época: 12,77 e 14,32 (%) cana na segunda época e 17,97 e 16,78 pol (%) cana na terceira época.

Stupiello (2000) menciona que a pureza é o indicador da quantidade de açúcares em relação aos sólidos solúveis do caldo e que, enquanto no período de crescimento a pureza é baixa, devido particularmente à formação e consumo de açúcares para o crescimento, em período de maturação, o acúmulo de sacarose vai se elevando, aumentando também a pureza. Por efeitos climáticos, a pureza pode atingir e manter altos valores por muito tempo devido às restrições de crescimento, mesmo em momentos em que deveria decrescer.

Como são muitas as variedades de cana-de-açúcar disponíveis para o cultivo e grande a variação edafoclimática entre as regiões canavieiras, estudos têm sido realizados para determinar as características agroindustriais de diversas variedades durante o período de industrialização, objetivando um melhor

planejamento para a colheita e melhor aproveitamento industrial (Moraes, 1999), sendo necessário procurar a melhor época para a colheita de uma variedade, ou seja, fazer a colheita no estágio em que a produtividade agroindustrial se encontre maximizada e apresente resultado econômico satisfatório (Rezende Sobrinho, 2000).

2.4 Qualidade química da aguardente artesanal

Em termos gerais, no Brasil existem poucos estudos sobre a qualidade da aguardente, mas com o mercado consumidor crescente, tem crescido também a preocupação com a qualidade do produto (Boza e Horii, 1999).

A pesquisa sobre a produção artesanal de aguardente tem despertado a atenção dos pesquisadores e órgãos governamentais do Estado de Minas Gerais. Assim, para que a sobrevivência desta atividade seja garantida, trabalhos de Boza e Horii (1999) demonstram que esforços têm estimulado a produção de aguardente artesanal por pequenos produtores, principalmente por associações, em várias microregiões do estado, por reconhecerem o potencial econômico desta bebida.

Para a produção de aguardente, o caldo é submetido a um processo fermentativo, no qual os açúcares presente são transformados em etanol e outros produtos através de leveduras, porém, a indústria de aguardente não utiliza levedura selecionada. Com isso, há uma grande variedade de produto final, já que o inóculo utilizado, conhecido como “caipira”, é preparado de acordo com a receita de cada produtor. Assim, não há uniformidade durante o processo de fermentação, por não se conhecerem os microorganismos presentes, Valsechi, 1960 e Novaes et al., 1974; citados por Alcarde, 2000 e Fialho 2000).

Quanto à qualidade química da aguardente, principalmente com relação aos compostos secundários reconhecidos, sabe-se que no processo de

fermentação alcoólica há a produção de etanol, gás carbônico, glicerina, ácido succínico, e de uma série de outros compostos minoritários, denominados secundários, que são os responsáveis pelo aroma e sabor especiais das aguardentes e são constituídos, principalmente, pelos álcoois superiores, ácidos e compostos carbonilados (aldeídos e ésteres) (Aquarone, Lima e Borzani, 1983).

Porém, de acordo com as normas do Ministério da Agricultura e do Abastecimento - MAAb (1997), para que a aguardente seja uma bebida de qualidade, é necessário obedecer algumas exigências, de acordo com o Decreto Federal 2314 de 04/09/1997 do artigo 91, o qual estabelece que o teor alcoólico deve ser de 38-54 % v/v (GL) em álcool a 20°C e que as moléculas totais voláteis (ácidos, ésteres, aldeídos, furfural e álcoois superiores) não apresentem valores inferiores a 200,0 mg/100 ml de álcool anidro e superiores a 650,0 mg/100 ml de álcool anidro. Os teores máximos permitidos de cada molécula são:

- a) Acidez volátil - 150,0 mg/100 ml de álcool anidro;
- b) Ésteres em acetato de etila \leq 200,0 mg/100 ml de álcool anidro;
- c) Aldeídos em aldeído acético \leq 30 mg/100 ml de álcool anidro;
- d) Furfural \leq 5,0 mg/100 ml de álcool anidro;
- e) Álcoois superiores - 300,0 mg/100 ml de álcool anidro;
- f) Álcool metílico \leq 0,200 ml/100 ml de álcool anidro;
- g) Cobre \leq 5mg/l de produto.

A alta acidez presente em aguardentes, pode ser atribuída à contaminação da cana ou do próprio mosto fermentativo por bactérias acéticas e outras, seja no armazenamento da cana ou no próprio caldo de cana, fazendo com que parte do substrato sofra fermentação acética, elevando a acidez e diminuindo o rendimento da produção de etanol (Cardoso, 1998).

Segundo a autora, a acidez da aguardente vai depender do controle no processo de fermentação, em relação a fatores como raça (estirpe) da levedura

predominante no pé-de-cuba, pureza da fermentação, tempo e temperatura e manejo do mosto. Deve-se evitar a aeração do mosto, pois tal prática faz com que o aumento do oxigênio propicie a transformação, por parte das leveduras, do açúcar em ácido acético em vez de etanol, como mencionado acima. Desta forma, terminada a fermentação, deve-se proceder a destilação o mais rápido possível, evitando a proliferação de bactérias acéticas, as quais aumentam a acidez.

Os aldeídos, especialmente o acetaldeído, podem ter origem da ação das leveduras durante estágios preliminares do processo de fermentação, tendendo a desaparecer no final pela oxidação a ácido acético. São compostos muito voláteis, de odor penetrante que afetam o aroma das bebidas alcólicas. São compostos precursores dos álcoois (Novaes et al., 1974; Potter, 1980 e Piggott et al., 1989; citados por Maia, 1994). Em altas concentrações, podem causar intoxicações, podendo levar a sérios problemas relacionados com o sistema nervoso central (Cardoso, 2000).

Esta última autora menciona que a não queima da cana antes da colheita, para o processamento da aguardente, já é um procedimento que contribui para diminuição do teor de aldeídos, principalmente o furfural e o hidroximetilfurfural na bebida, pois, uma vez queimada a cana, os aldeídos podem estar presentes no caldo devido à desidratação parcial de uma fração dos açúcares presentes.

Os álcoois superiores, assim como os ésteres, são responsáveis diretos pelo odor característico (bouquet) da aguardente de cana. Estes compostos são provenientes em grande parte das transformações dos aminoácidos durante o processo de fermentação (Galhiane, 1988).

Segundo Silva et al. (1999), os álcoois superiores são formados a partir do desvio do metabolismo dos aminoácidos pelas leveduras, momento em que cetoácido envolvido sofre a descarboxilação formando aldeídos, os quais, em

seguida, são reduzidos em álcoois superiores. E, segundo Cardoso, (1998) a cana armazenada para depois ser moída é outro fator responsável pelos altos teores de álcoois superiores. Os mesmos autores relatam que, de modo geral, deve-se filtrar o caldo proveniente da moenda a fim de eliminar a terra, o bagacilho e outras impurezas, as quais são fontes de infecção na fermentação.

Pesquisas de Chaves e Póvoa (1992) mostram que os ésteres são responsáveis pelo aroma, o qual é típico, agradável pungente e suave que a aguardente adquire com o envelhecimento, contribuindo para a formação do bouquet. Segundo Winholz (1976) citado por Cardoso (2000), o principal éster encontrado na cachaça é o acetato de etila que, em baixas concentrações na aguardente proporciona um aroma agradável de frutas; porém, em altas concentrações, confere à bebida um sabor indesejável e enjoativo.

Com relação ao teor de cobre na aguardente, vale ressaltar que na produção artesanal de aguardente de cana normalmente são utilizados alambiques de cobre, os quais deixam resíduos desse metal contaminante nas bebidas. Embora uma pequena contaminação não apresente problema para o mercado interno, sua eliminação é importante, principalmente visando a exportação do produto (Araújo e Ferreira, 1975). No entanto, Faria (1989), realizando estudos com diferentes tipos de alambiques, tais como alambique todo em aço inox, aço inox com partes em cobre e todo em cobre, concluiu que os alambiques de cobre ou com partes desse metal, proporcionam uma aguardente com qualidades organolépticas superiores às dos demais tipos.

No processo de destilação da aguardente ocorre a formação do carbonato básico de cobre, a azinhavre, na superfície do metal. Este carbonato é solubilizado pelos vapores ácidos produzidos durante a destilação e, por arraste, conduz à contaminação do produto final por ions de cobre (Cardoso, 1998)

Porém, em trabalhos realizados por Sargentelli, Mauro e Massabni (1996), já se mencionava que o excesso deste metal pode causar intoxicação

devido à afinidade do cobre com grupos S-H de muitas proteínas e enzimas. A presença em excesso está associada a várias doenças, como a epilepsia, melanoma e artrite reumatóide, assim como a perda do paladar.

Com relação ao metanol, é indesejável a sua presença na aguardente, devido à alta toxidez para o homem, podendo levar à cegueira e até à morte, embora sua formação possa ocorrer durante as operações de fabricação da bebida. Este álcool é originado da degradação da pectina presente na cana-de-açúcar ou introduzido através de sucos ou polpas de frutas ricas neste polissacarídeo, tais como limão, laranja e outras, podendo aumentar acentuadamente a formação de metanol (Windholz, 1976, citado por Maia 1994; Cardoso, 1998, e Silva et al., 1999).

No que diz respeito à densidade da aguardente, Chaves (1998) menciona que esta é uma característica de qualidade, a qual aumenta com o envelhecimento da bebida, devido à diminuição do grau alcoólico e do enriquecimento em componentes de maior densidade.

O estudo do comportamento varietal de diferentes variedades de cana-de-açúcar de diferentes ciclos de maturação, colhidas em épocas diferentes possibilita aos produtores o trabalho em um maior período de safra por ano, obtendo maiores sucessos, tanto na exploração dos potenciais das diversas variedades de cana-de-açúcar, indicadas para o Estado de Minas Gerais, como na produção de aguardente artesanal. Com todos os cuidados no decorrer do processo produtivo, os produtores poderão obter bebidas de qualidade.

Porém, há escassez de trabalhos voltados para a produção artesanal de aguardente, sendo necessários mais estudos quanto à variedade de cana-de-açúcar, época de colheita, fermentação (leveduras, fermento, tempo de fermentação, dentre outros), destilação, envelhecimento e análises físico-químicas da aguardente.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e época de plantio

O experimento foi instalado em área do alambique João Mendes – "JM", localizado no município de Perdões, Minas Gerais, cujas coordenadas geográficas são latitude de 21° 05'20", longitude de 45°05'50" e altitude de 826 m.

O solo no qual foi instalado o experimento caracteriza-se como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, com relevo plano a suave ondulado. As características químicas e granulométricas deste solo são apresentadas na Tabela 1. Os índices pluviométricos e de temperaturas médias mensais, referentes aos anos de 1999/2000, período de implantação e colheita da cultura, são apresentados na Figura 1.

3.2 Delineamento experimental, tratamentos, parcelas e subparcelas

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 7 x 3, em parcelas subdividas, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos por sete variedades de cana-de-açúcar de diferentes ciclos de maturação e três diferentes épocas de colheita para cada variedade. O fator variedade ocupou a parcela e a subparcela foi constituída pelas épocas de colheita.

As variedades de cana-de-açúcar utilizadas estão entre aquelas atualmente recomendadas em Minas Gerais para produção de açúcar e álcool, das quais duas já vêm sendo bastante utilizadas pelos produtores de aguardente artesanal, SP70-1143 e RB 72454.

TABELA 1. Características químicas e granulométricas do solo da área experimental, nas profundidades de 0-20 e de 20-40 cm.

Descrição	Profundidades	
	0-20 cm	20-40 cm
Al cmolc.dm ⁻³	0,0 B	0,0 B
Ca cmolc.dm ⁻³	1,2 B	0,9 B
Mg cmolc.dm ⁻³	1,2 A	0,8 A
K mg.dm ⁻³	45 B	33 B
P mg.dm ³	3 B	1 B
pH em água 1:2,5	5,3 AcM	5,2 A cM
H+Al cmolc.dm ⁻³	2,9 M	2,6 M
S.B. cmolc.dm ⁻³	2,5 M	1,8 B
t cmolc.dm ⁻³	2,5 B	1,8 B
T cmolc.dm ⁻³	5,4 M	4,4 B
m (%)	0,0 B	0,0 B
V (%)	46,3 B	40,9 B
C dag.kg ⁻¹	1,68	1,02
M.O. dag.kg ⁻¹	2,9 M	1,76 M
Argila dag.kg ⁻¹	43	43
Areia dag.kg ⁻¹	45	47
Silte dag.kg ⁻¹	12	10

Análises realizadas pelo Laboratório de Fertilidade e Física do Solo do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal de Lavras – UFLA, 1998. P e K: extrator Mehlich-1; Ca, Mg e Al: extrator KCl 1N; H+Al extraídos com acetato de cálcio 1N, pH 7,0.

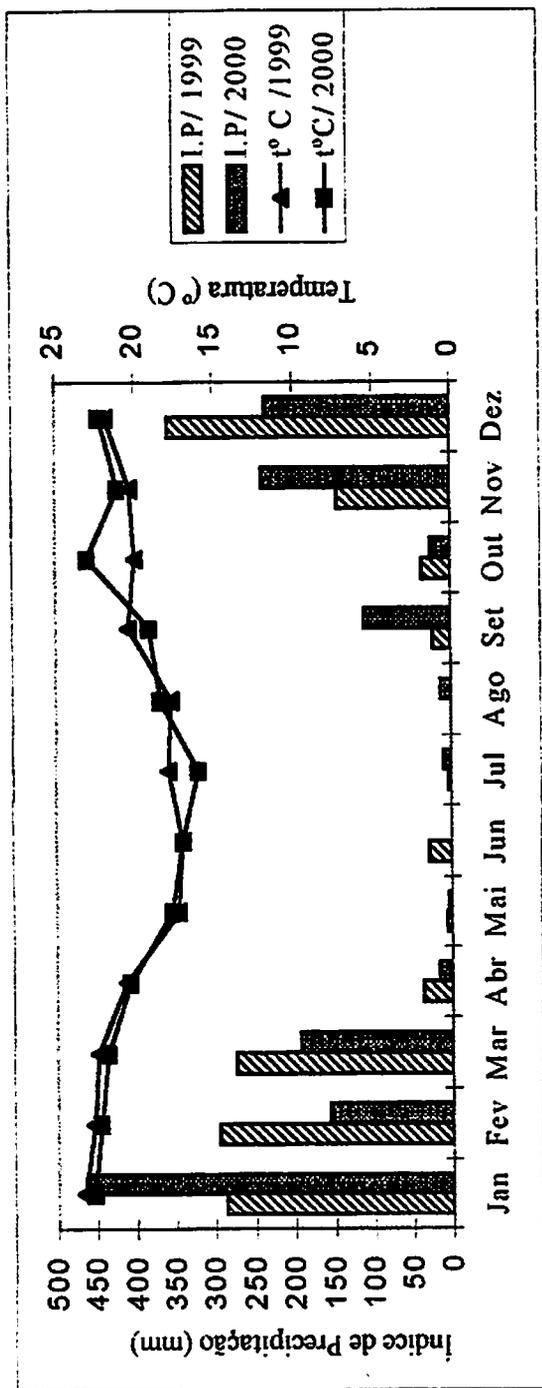


FIGURA 1. Índices pluviométricos - I.P mensais (mm) e temperaturas médias mensais (°C) referentes aos anos 1999/2000. Fonte: Estação meteorológica, UFPA (2001).

As variedades utilizadas, com seus respectivos ciclos de maturação e características agroindustriais, foram:

- **Variedade SP 80-1842**, de maturação precoce, apresenta alto teor de sacarose; alto teor de fibra; boa produtividade; não apresenta isoporização, porém é susceptível à escaldadura e à broca (Coopersucar, 1995):

- **Variedade RB 825336**, de maturação precoce, apresenta alto teor de sacarose; média exigência em fertilidade do solo; apresenta ótimo perfilhamento e ótima brotação de soqueira; resistente quanto ao carvão, ferrugem e escaldadura, [Centro de Ciências Agrária/UFSCar, 199-];

- **Variedade SP70-1143**, de maturação média, tem uma notável capacidade de produção de colmos em solos de baixa fertilidade natural; apresenta excelente brotação de soqueira, mesmo em condições climáticas adversas; possui rapidez de fechamento na entrelinha e é altamente resistente ao carvão, mosaico e podridão vermelha (Nunes Júnior, 1987, e Matsuoka, 1987):

- **Variedade RB 855536**, de maturação média, apresenta alto teor de sacarose; baixo teor de fibra; baixa exigência em fertilidade do solo; não floresce e apresenta resistência quanto ao carvão, ferrugem e escaldadura [Centro de Ciências Agrária/UFSCar 199-];

- **Variedade RB 855113**, também de maturação média, apresenta alto teor de sacarose; baixo teor de fibra; ótima produtividade; baixa exigência em fertilidade do solo; ótima brotação de soqueiras e resistente às doenças como carvão, ferrugem e escaldadura [Centro de Ciências Agrária/UFSCar 199-];

- **Variedade RB 806043**, de maturação tardia, apresenta de médio a alto teor de sacarose, boa produtividade, média exigência em fertilidade do solo, raramente floresce e é resistente à ferrugem e escaldadura [Centro de Ciências Agrária/UFSCar 199-];

- **Variedade RB 72454**, de maturação também tardia, apresenta boa capacidade de brotação; não floresce facilmente; tem alto teor de sacarose; baixo

teor de fibra e alta resistência à ferrugem [Centro de Ciências Agrária/UFSCar 199-].

As três épocas de colheita, que constituíram as subparcelas, foram realizadas nas seguintes datas:

Para as variedades de ciclo de maturação precoce:

1ª época – início de maio de 2000; 2ª época – início de junho de 2000 e 3ª época – início de julho de 2000.

Para as variedades de ciclo de maturação médio:

1ª época – início de julho de 2000; 2ª época – meados de agosto de 2000 e 3ª época – final de setembro de 2000.

Para as variedades de ciclo de maturação tardio:

1ª época – início de outubro de 2000; 2ª época – início de novembro de 2000 e 3ª época – início de dezembro de 2000.

Cada parcela, foi composta por três subparcelas, com dezesseis linhas de plantio, espaçados de 1,40 m entre si, com comprimento de 26,0 m, separadas entre si por carreadores de 1,0 m de largura.

A unidade experimental, subparcela, também foi constituída por dezesseis linhas de plantio, porém com comprimento de 8,0 m. Foram consideradas como área útil, para cada subparcela, as quatorze linhas centrais, perfazendo uma área útil de 156,8 m². Portanto, eliminou-se uma linha de plantio de cada lado e um metro em cada extremidade, consideradas como bordadura.

Os blocos foram separados entre si por carreadores de 2,80 m e posicionados paralelos ao comprimento das linhas de plantio.

A área total do experimento foi de 13.686,40 m².

3.3 Instalação e condução

Após o preparo convencional do solo, com aração e gradagens, realizou-se, em março de 1999, o plantio da cana-de-açúcar.

Vale mencionar que a área, foi ocupada com a cultura do feijoeiro no ano de 1997. Porém, já estava em pousio desde a colheita desta cultura, observando -se um predomínio do capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*).

Na adubação de plantio, utilizaram somente fertilizantes a base de fósforo (120 kg de P_2O_5) e potássio (120 kg K_2O), os quais foram aplicados de acordo com a análise química do solo, seguindo as recomendações da Comissão...(1989). Quanto ao fertilizante nitrogenado, este não foi aplicado, pois através de inúmeros estudos verificou-se a não resposta da cana-de-açúcar em sistema de cana-planta quanto da aplicação de nitrogênio.

Para o controle de plantas daninhas aplicou-se, em pós-emergência da cultura e do mato, a mistura Gesapax ($6,0 L \cdot ha^{-1}$) + Diuron ($1,5 L \cdot ha^{-1}$), segundo recomendação de Rodrigues e Almeida (1998). Posteriormente, sempre que necessário, o controle foi realizado de forma manual, mantendo-se, desta forma, a cultura livre de competição.

Com relação aos tratos fitossanitários, realizou-se somente o controle de formigas, sempre que necessário.

A colheita de forma manual e sem queima prévia da cana-de-açúcar, foi realizada nas respectivas épocas dos diferentes ciclos de maturação. Antes do início de cada colheita, colheram-se aleatoriamente quinze colmos seguidos, em uma das linhas de plantio, em cada subparcela, os quais foram enfeixados e encaminhados ao laboratório da Usina para determinação das características químico-tecnológicas.

Os colmos colhidos, despontados e despalhados foram então transportados por meio de uma carreta tracionada por trator até a plataforma da moenda. A moagem dos colmos foi realizado numa moenda tipo VM 9 1/2 x 14”

3.4 Preparo do fermento e fermentação

Para o preparo do fermento, utilizou-se o processo fermentativo em batelada simples, a qual é o processo usualmente utilizado pelos produtores de aguardente artesanal. Este processo consiste na inoculação de uma dorna com o pé-de-cuba e, quando a fermentação atinge um estágio apropriado, sem formação de bolhas, adiciona-se mais caldo a ser fermentado até a quantidade suficiente para ser destilada.

O pé-de-cuba é a denominação dada ao preparado inicial, que consiste em caldo de cana, com o grau brix corrigido juntamente com outros ingredientes. No presente trabalho, utilizou-se caldo de cana, corrigido para 10 graus brix, canjiquinha de milho, farelinho de arroz e fermento de pão, de acordo com a técnica empregada na empresa “João Mendes”.

Deve-se ressaltar que o fermento de pão (*Saccharomyces cerevisiae*) foi utilizado com o objetivo de acelerar o processo, uma vez que o tempo de preparo foi bem menor do que o tempo utilizado pelos produtores de aguardente. Devido aos objetivos do trabalho, o tempo de preparo do fermento não poderia ser prolongado, pois poderia comprometer tanto as respectivas épocas de colheita como também a quantidade de cana a ser utilizada, por limitação das áreas das subparcelas.

Para evitar contaminações indesejáveis, procurou-se trabalhar com o caldo de cana mais purificado possível. Para isso, realizou-se a limpeza dos colmos, eliminando toda a matéria estranha, e posteriormente procedeu-se à decantação do caldo após a moagem.

Para o início do processo foram utilizados recipientes identificados com capacidade para 20 litros, para melhor controle da temperatura e, conseqüentemente, poder acelerar o processo fermentativo. Posteriormente, o vinho foi transferido para recipientes com capacidade para 50 litros e, em seguida, para dornas de fermentação com capacidade para 450 litros, dando continuidade ao processo fermentativo até o momento apropriado para se processar a destilação, ressaltando que o fermento foi mantido sob temperatura controlada de 28 a 30°C.

Assim, para que se pudesse obter vinho em quantidade suficiente para ser destilado com maior rapidez e eficiência, o fermento foi preparado em duas etapas:

- Iniciou-se o fermento, com apenas 5 (cinco) litros de caldo corrigido para 10 °brix, aos quais foram adicionados 2,5 kg de canjiquinha de fubá, 100 g de farelinho de arroz e 3 colheres de sopa de fermento de pão.

Posteriormente, adicionou-se caldo, também corrigido para 10 °brix, nos seguintes volumes: 10, 20 e 30 litros de caldo, sendo tais quantidades adicionados de 24 em 24 horas.

- Após terem sido adicionados os três volumes acima, adicionaram-se mais 50 litros de caldo corrigido para 17 °brix. Posteriormente, por dois dias consecutivos, adicionaram-se apenas 20 litros de caldo sem diluição, somente para sustentação do fermento. Em seguida, adicionou-se caldo corrigido, também para 17 °brix completando, assim, o volume para 420 litros de caldo diluído.

A correção do brix do caldo foi feita utilizando água potável, levando em consideração o grau brix do caldo (garapa) e o grau brix almejado após diluição, sendo de 10 °brix para o mosto do pé-de-cuba e de 17 °brix para o mosto a ser fermentado para posterior destilação.

Após ter verificado o término do processo fermentativo, através de um sacarímetro, procedeu-se à destilação do vinho.

3.5 Destilação

Imediatamente após o término do processo fermentativo, procedeu-se à destilação do vinho. A destilação foi realizada de acordo com os tratamentos das respectivas subparcelas e repetições em cada época de colheita.

Utilizou-se para destilar o vinho, um destilador simples de cobre, com capacidade para 500 litros, com sistema de aquecimento em fogo direto.

No ato de enchimento da panela do destilador, procurou-se encher a panela com apenas 75% (setenta e cinco por cento) da sua capacidade.

Procurou-se descartar os vinte por cento finais de vinho nas respectivas dornas de fermentação, consideradas pé-de-cuba, pois esta porção é composta de vinho, massa de leveduras, “bagacilhos” de canjiquinha de milho e de farelinho de arroz, os quais poderiam comprometer o processo de destilação e, sobremaneira, a qualidade da aguardente, podendo mascarar os resultados das análises químicas.

Quanto ao produto destilado, considerou-se somente a porção que apresentasse um grau alcóolico entre 38 a 54% v/v. Assim, colheu-se apenas a porção denominada “coração”, que foi acondicionada em recipientes identificados. Foi descartada a porção com grau alcóolico acima de 54% v/v, considerada destilado de “cabeça”, e a porção com grau alcóolico abaixo de 38%v/v, considerada destilado de “cauda”. A separação das fases, foi realizada através da leitura de um alcoômetro, graduado em grau alcóolico (GL) à temperatura ambiente.

Procedeu-se a quantificação, em litros, do destilado “coração” para cada tratamento de cada repetição, nas respectivas épocas de colheita. Posteriormente, realizaram-se as transformações em litros por tonelada de cana e por hectare.

Para os cálculos de rendimento de aguardente, considerou-se o caldo contido no volume de vinho destinado ao alambique e o rendimento de caldo por tonelada de cana e sua produtividade. Através de regra de três simples, determinou-se o rendimento de aguardente por tonelada de cana e por hectare.

Após cada alambicagem, foi feita uma limpeza rigorosa do destilador, evitando-se contaminações futuras.

Logo após o término da destilação, coletaram-se amostras do destilado, de cada tratamento, em cada repetição, acondicionado-as em vasilhames com capacidade para 1 (um) litro, os quais foram enviados ao Laboratório de Análise Físico-química de Aguardente da Universidade Federal de Lavras.

3.6 Coleta e preparo de amostras para envio ao laboratório

3.6.1 Determinação dos parâmetros químico-tecnológicos da cana-de-açúcar

Foram colhidos quinze colmos consecutivos, em uma linha de plantio, em cada subparcela, por ocasião da colheita, eliminando as pontas e todas as palhas. Posteriormente, os feixes de cana identificados foram enviados para o Laboratório da Usina Lusiânia, localizada em Lagoa da Prata, Minas Gerais, para as determinações de brix (%) caldo; brix, fibra, pol e pureza (%) cana e ATR - açúcar total recuperável ($\text{kg} \cdot \text{t}^{-1}$).

3.6.2 Determinações dos parâmetros físico-químicos da aguardente

Quanto às determinações das características químicas da aguardente, foi retirado um litro do total destilado, de cada tratamento, dentro das respectivas épocas de colheita. Os litros foram identificados e enviados ao Laboratório de Análise Físico-química de Aguardente da Universidade Federal de Lavras.

3.7 Parâmetros estudados

3.7.1 Número de colmos por metro linear

No ato da colheita das variedades de cana-de-açúcar, nas respectivas épocas, foram realizadas contagens do número de colmos na área útil de cada subparcela. Posteriormente, determinou-se o número médio de colmos por metro linear.

3.7.2 Rendimento médio de colmos por hectare

O rendimento de colmos foi obtido através de pesagens realizadas em balança tipo dinamômetro, com capacidade para 120 kg, de acordo com a metodologia preconizada por Mariotti e Lascano (1969), citados por Arizono, Matsuoka e Gheller (1998). Posteriormente, realizou-se a transformação para tonelada por hectare.

3.7.3 Rendimento de caldo por tonelada de cana

Foi feita a moagem de um feixe contendo quinze colmos, colhidos em seqüência, em cada linha de plantio, nas respectivas subparcelas, obtendo-se o

volume de caldo em litros. Posteriormente, conhecendo-se o peso dos quinze colmos e o volume de caldo, procedeu-se a transformação para litros de caldo por tonelada de cana.

3.7.4 Análises químico-tecnológicas da cana-de-açúcar

Estes parâmetros foram obtidos através das análises preconizadas pela Coopersucar (1980), determinando-se o brix (%) caldo, brix (%) cana, fibra (%) cana, pol (%) cana, pureza (%) cana e ATR ($\text{kg} \cdot \text{t}^{-1}$).

Entende-se como brix os conteúdo de sólidos solúveis; fibra os constituintes insolúveis; como pol o teor de sacarose aparente; como pureza a porcentagem de sacarose nos sólidos solúveis e como ATR o açúcar total recuperável.

3.7.5 Rendimento de aguardente por tonelada de cana e por hectare

Para a determinação do rendimento da aguardente empregou-se, para fins de cálculos, o volume de caldo bruto (garapa) contido no volume de vinho a ser alambicado, o volume total de aguardente obtido para os respectivos tratamentos em cada repetição e o volume de caldo bruto (garapa) por tonelada de cana. Através de regra de três simples, determinou-se o rendimento de aguardente, em litros, por tonelada de cana e por hectare.

3.7.6 Análise físico-química da aguardente

As amostras de aguardente foram enviadas ao Laboratório de Análise Físico-química de Aguardente da Universidade Federal de Lavras, UFLA, para as seguintes análises do grau alcóolico a 20°C, acidez volátil, cobre, aldeídos,

3.7.7 Análises estatísticas

Os parâmetros estudados tiveram seus resultados submetidos à análise de variância, de acordo com Gomes (1987).

Para verificação da ocorrência de igualdade entre as variâncias, utilizou-se a hipótese básica de homocedasticidade, realizando-se o teste de Hartley ou teste da razão máxima, citado por Banzatto e Kronka (1992), com sugestões de Ramalho e Lima¹.

Analisou-se o desdobramento da interação dos fatores época x variedades e de contrastes para todos os parâmetros. Os resumos das análises de variância estão apresentados em anexo.

Empregou-se o teste de Scott-Knott (1974) para análise dos efeitos das épocas de colheita e o teste F para análise dos contrastes entre as variedades, para todos os parâmetros estudados.

1- Comunicado pessoal feito pelos Professores Dr. Augusto Ramalho de Moraes e Dr. Paulo César Lima – Departamento de Ciências Exatas da Universidade Federal de Lavras, Lavras MG.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de variância para os desdobramentos da interação entre épocas e variedades e os seus respectivos contrastes são apresentados nas tabelas de 1 A a 14 A, nos anexos. Para facilitar a apresentação e discussão dos resultados eles serão apresentados por áreas afins.

4.1 Características agronômicas e rendimento de caldo

4.1.1 Número médio e rendimento de colmos

Os resumos das análises de variância para o desdobramento da interação época x variedades e os respectivos contrastes para o número e rendimento de colmos no estudo das variedades de diferentes ciclo de maturação, em função das três diferentes épocas de colheita, são apresentados, respectivamente, nas Tabelas 1 A e 8A dos anexos.

Os valores médios obtidos para número de colmos por metro linear e rendimento de colmos ($t \cdot ha^{-1}$), para as variedades de cana-de-açúcar de ciclos de maturação precoce e tardio, colhidas em diferentes épocas, e as de ciclos de maturação médio, são apresentados nas Tabelas 2 e 3, respectivamente.

Para as variedades de ciclo precoce, SP 80-1842 e RB 825336 (Tabela 2), colhidas em maio, junho e julho, não foi observada influência das épocas de colheita no número médio de colmos. Porém, a variedade RB 825336 apresentou maior número de colmos por metro linear, nas três épocas de colheita. Além da característica genética de maior perfilhamento, a variedade RB 825336 apresenta maior tolerância à seca, o que, provavelmente, resultou em maior sobrevivência de colmos [UFSCar, 199-].

Quanto ao rendimento de colmos (Tabela 2), verifica-se, também, que

TABELA 2. Valores médios obtidos para número de colmos por metro linear e rendimento de colmo (t ha⁻¹) em função de variedades de cana-de-açúcar de ciclos de maturação precoce e tardio, em três épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.

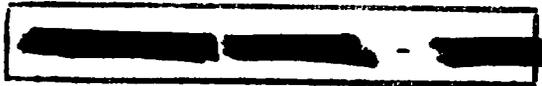
Ciclo de Maturação	Variedades	Número médio de colmos por metro linear			Rendimento de colmos (t . ha ⁻¹)		
		Época 1	Época 2	Época 3	Época 1	Época 2	Época 3
Precoce	SP 80-1842	10,75 a B	9,42 a B	9,98 a B	74,11 a A	79,37 a A	87,61 a A
	RB 825336	13,23 a A	12,86 a A	13,93 a A	62,38 b A	72,85 a A	81,51 a A
Tardio	RB 806043	11,64 a B	11,41 a A	9,95 b B	109,06 b A	120,16 a A	100,61 b A
	RB 72454	12,89 a A	12,50 a A	11,36 b A	95,83 a B	104,44 a B	92,45 a A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula, na coluna dentro de um mesmo parâmetro, não diferem entre si, respectivamente pelo teste Scott & Knott e de F ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 3. Valores médios obtidos para número de colmos por metro linear e rendimento de colmo (t ha⁻¹) em função de variedades de ciclos de maturação médio, em três épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.

Variedades	Número médio de colmos por metro linear			Rendimento de colmos (t . ha ⁻¹)		
	Época 1	Época 2	Época 3	Época 1	Época 2	Época 3
RB 855536 (V4)	11,37 a A	10,08 b A	10,24 b A	97,67 a A	87,17 a A	97,33 a A
RB 855113 (V5)	11,83 a A	11,20 a A	10,99 a A	80,65 a B	76,87 a A	80,48 a B
SP 70-1143	12,61 a A	12,20 a A	12,46 a A	79,79 a A	81,84 a A	90,03 a A
Média (V4 + V5)	11,60 B	10,64 B	10,61 B	89,16 A	82,02 A	88,90 A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, dentro de um mesmo parâmetro, não diferem entre si, respectivamente pelo teste Scott & Knott e de F ao nível de 5% de probabilidade.



não ocorreu influência das épocas de colheita para a variedade SP 80-1842. Entretanto, para a variedade RB 825336, observa-se um aumento significativo, da primeira para a segunda época de colheita, em torno de 10 toneladas de colmos por hectare. Todavia, não foram detectadas diferenças significativas quanto ao rendimento de colmos entre as duas variedades, nas três épocas.

Deve-se ressaltar, entretanto, que ambas as variedades apresentaram rendimento aquém do esperado, o que eventualmente, poderia ser justificado por vários fatores, quais sejam plantio tardio, realizado no mês de março; baixo índice pluviométrico e baixa temperatura, ocorrido no período de maior demanda pela cultura, tendo como consequência um baixo crescimento e acúmulo de matéria seca.

De acordo com Casagrande (1991), havendo boas condições de precipitação, a fase de maior desenvolvimento da cultura se processa mesmo de outubro a abril, com pico máximo de crescimento entre dezembro a abril. Uma variedade precoce, cortada no início do período de safra, pode produzir menos biomassa por área do que uma variedade tardia.

Rezende Sobrinho (2000), estudando o comportamento de doze variedades, dentre elas as variedades SP 80-1842 e RB 825336, observou, na primeira e segunda época de colheita, respectivamente em maio e julho, que a variedade SP 80-1842 apresentou menor rendimento agrícola, fato este não detectado no presente trabalho.

Quanto às variedades de ciclo de maturação médio, (Tabela 3), SP 70-1143, RB 855536 e RB 855113, as quais foram colhidas nos meses de julho, agosto e setembro, verifica-se que não houve diferenças significativas quanto às épocas de colheita, para número de colmos por metro linear das variedades SP 70-1143 e RB 855113. No entanto, para a variedade RB 855536, nota-se a ocorrência de um decréscimo no número de colmos da primeira (11,37 colmos)

para a segunda época (10,08), provavelmente devido ao fato de esta variedade ter sentido mais com a seca no período (Figura 1).

Quanto ao rendimento de colmos, não se observou nenhum incremento para as três variedades à medida que se avançaram as épocas de colheita (Tabela 3). Estes resultados do presente trabalho são discordantes daqueles encontrados por Salata, Armene e Lorenzetti (1987), os quais, em estudos com cana-planta, verificaram decréscimo acentuado na produtividade agrícola à medida que o corte avançou no período seco.

Nota-se que não houve diferença significativa entre as variedades RB, quanto ao número de colmos por metro linear (Tabela 3). Porém, detectou-se significância entre a média das RB e a variedade SP 70-1143, com esta última mostrando-se superior nas três épocas de colheita. De acordo com Nunes Júnior e Matsuoka (1987), o alto índice de perfilhamento é uma das principais características da variedade SP.

Quanto ao rendimento de colmos, constatou-se uma superioridade da variedade RB 855536 sobre a RB 855113, em 17 toneladas de cana por hectare, na primeira e terceira épocas. Pela experiência de campo, pode ser verificado, no presente trabalho, que esta é uma cana que apresenta colmos com maior diâmetro, mais compridos e por conseguinte, com maior peso. Em contrapartida, não foram observadas diferenças estatísticas entre a média destas e a variedade SP 70-1143, em todas as épocas.

Com relação às variedades RB 806043 e RB 72454, de ciclos de maturação tardio (Tabela 2), colhidas nos meses de outubro, novembro e dezembro, verifica-se que o parâmetro número de colmos por metro linear, de ambas as variedades diminuiu da segunda para terceira época de colheita.

Comparando as duas variedades por época, verifica-se que, de modo geral, a variedade RB 72454 apresentou maior número de colmos do que a

variedade RB 806043, o que pode ser explicado pelo fato de que a primeira, geneticamente, apresenta um maior perfilhamento.

No que diz respeito ao rendimento de colmos, observa-se que somente a variedade RB 806043 mostrou diferenças significativas entre épocas de colheita. A colheita realizada em novembro, com 120,16 t . ha⁻¹, suplantou as produtividades das outras duas épocas de colheitas.

Comparando as duas variedades, nota-se que a variedade RB 806043 apresentou melhor desempenho, nas duas primeiras épocas de colheita, suplantando a variedade RB 72454 em, respectivamente, 13,23 e 15,72 t de colmos por hectare.

4.1.2 Rendimento de caldo por tonelada de cana

Os resumos das análises de variância para o desdobramento da interação época x variedades e os respectivos contrastes para o rendimento de caldo quanto ao estudo das variedades de diferentes ciclo de maturação, em três épocas de colheita, estão dispostos, respectivamente, nas Tabelas 1 A e 8A do anexo.

Os valores médios obtidos para rendimento de caldo para as variedades de cana-de-açúcar de ciclos de maturação precoce e tardio, colhidas em diferentes épocas e as de ciclo de maturação médio, são apresentados nas Tabelas 4 e 5, respectivamente.

Quanto aos efeitos das épocas de colheitas para as variedades, de ciclo de maturação precoce (Tabela 4), verifica-se que, na primeira época, a SP 80-1842 apresentou maior rendimento de caldo do que nas demais épocas, enquanto, para a variedade RB 825336, não houve diferenças significativas entre os valores das duas primeiras épocas de colheita, os quais suplantaram o da terceira época. Esta diminuição no rendimento de caldo, com o avanço da época

de colheita, pode ser explicada pelo maior teor de fibra que as variedades tendem a apresentar, diminuindo a extração do caldo.

Quanto ao efeito varietal, dentro de cada época, nota-se uma superioridade da variedade SP 80-1842, com 586,56 litros, contra 551,80 litros da variedade RB 825336, na primeira época, enquanto, para as demais épocas, não ocorreram diferenças significativas entre tais variedades.

Para efeitos das épocas de colheita sobre as variedades de ciclo de maturação médio (Tabela 5), observa-se que as variedades SP 70-1143 e RB 855113, apresentaram, na segunda época de colheita, valores superiores para rendimento de caldo, em relação às demais épocas. Já a variedade RB 855536 apresentou maiores valores para esse parâmetro nas duas primeiras épocas de colheita.

TABELA 4. Valores médios obtidos para rendimento de caldo ($l \cdot t^{-1}$) em função do ciclo de maturação, variedade e época de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.

		Rendimento de caldo ($l \cdot t \text{ cana}^{-1}$)		
Ciclo de Maturação	Variedades	Época 1	Época 2	Época 3
Precoce	SP 80-1842	586,56 a A	530,17 b A	513,02 b A
	RB 825336	551,80 a B	541,72 a A	519,32 b A
Tardio	RB 806043	522,28 b A	554,85 a A	545,48 a A
	RB 72454	530,79 b A	567,56 a A	544,09 b A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, dentro de um mesmo parâmetro, não diferem entre si, respectivamente pelo teste Scott & Knott e de F ao nível de 5% de probabilidade.

Detectou-se que a variedade RB 855536 suplantou a variedade RB 855113, nas três épocas de colheita, em 12, 7 e 10%, respectivamente na primeira, segunda e terceira época. Por outro lado, verifica-se que houve diferença significativa entre a média das variedades RB (568,34 l) e a variedade SP 70-1143, (590,20 l), somente na segunda época.

Em relação às variedades de ciclo de maturação tardio (Tabela 4), quanto ao efeito de época de colheita, observa-se que a variedade RB 806043 mostrou valores estatisticamente iguais nas duas últimas épocas, quais sejam 554,85 e 545,48 litros de caldo por tonelada de cana. Porém, para a variedade RB 72454, apenas na segunda época foi observado um maior rendimento de caldo qual seja de 567,56 litros por tonelada.

Quanto ao comportamento das duas variedades em cada época, constata-se a não ocorrência de significância entre elas nas três épocas de

TABELA 5. Valores médios obtidos para rendimento de caldo ($l \cdot t^{-1}$) em função dos ciclos de maturação médio, variedades e épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.

Rendimento de caldo ($l \cdot t \text{ cana}^{-1}$)			
Variedades	Época 1	Época 2	Época 3
RB 855536 (V4)	579,63 a A	589,48 a A	553,70 b A
RB 855113 (V5)	508,53 b B	547,21 a B	503,27 b B
SP 70-1143	542,44 b A	590,20 a A	540,30 b A
Média (V4 + V5)	544,08 a A	568,34 a B	528,48 a A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, dentro de um mesmo parâmetro, não diferem entre si, respectivamente pelo teste Scott & Knott e de F ao nível de 5% de probabilidade.

colheita (Tabela 4).

Vale ressaltar que a variedade RB 806043 apresentou um alto índice de florescimento, mas no presente trabalho, não interferiu no rendimento de caldo, contrariando, portanto, o relato de Almeida (1945) e Hernandez (1965), citados por Sordi e Braga Júnior (1996), os quais mencionam que o principal prejuízo do florescimento é a menor quantidade de caldo extraído.

Por outro lado, observar-se-á, também, para a variedade RB 806043, um declínio no teor de fibra, fato que poderá ser a causa do aumento no rendimento de caldo por tonelada da primeira para a segunda época de colheita (Tabela 4).

4.2 Parâmetros químico-tecnológicos da cana-de-açúcar

4.2.1 Teores de brix (%) caldo e brix (%) cana

Os resumos das análises de variância para o desdobramento da interação época x variedades e os contrastes para brix (%) caldo e (%) cana quanto ao estudo das variedades de diferentes ciclos de maturação, em três diferentes épocas de colheita, são apresentados nas Tabela 2 A e 9 A respectivamente, dos anexos.

Os valores médios obtidos para brix (%) caldo e cana, para variedades de cana-de-açúcar de ciclos de maturação precoce e tardio, em função das épocas de colheita, e as de ciclo de maturação médio, são apresentados nas Tabelas 6 e 7 .

Quanto aos efeitos de épocas para variedades de ciclo de maturação precoce (Tabela 6), verifica-se que, para as duas variedades, os valores de brix (%) caldo e cana apresentaram comportamento semelhante, ou seja, houve um aumento dos valores de brix da primeira época, colheita no início do mês de

TABELA 6. Valores médios obtidos para teores de brix (%) caldo e cana em função de variedades de cana-de-açúcar, de ciclos de maturação precoce e tardio, em três épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.

Ciclo de Maturação	Variedades	Brix (%) caldo			Brix (%) cana		
		Época 1	Época 2	Época 3	Época 1	Época 2	Época 3
Precoce	SP 80-1842	17,70 c A	20,00 b A	21,83 a A	15,75 c A	17,53 b A	18,99 a A
	RB 825336	18,03 c A	20,53 b A	21,70 a A	15,56 c A	17,71 b A	18,78 a A
Tardio	RB 806043	22,60 a A	20,55 b A	21,05 b A	20,10 a A	18,20 b A	18,09 b A
	RB 72454	21,20 a B	19,60 b B	19,65 b B	18,85 a B	17,30 b A	16,53 b B

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, dentro de um mesmo parâmetro, não diferem entre si, respectivamente pelo teste Scott & Knott e de F ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 7. Valores médios obtidos de brix (%) caldo e cana em função de variedades de cana-de-açúcar de ciclos de maturação médio, em três épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.

Variedades	Brix (%) caldo			Brix (%) cana		
	Época 1	Época 2	Época 3	Época 1	Época 2	Época 3
RB 855536 (V4)	20,63 b A	22,80 a A	22,57 a A	18,52 c A	20,08 b A	20,35 a A
RB 855113 (V5)	20,97 c A	22,97 a A	22,07 b A	18,49 b A	19,89 a A	19,23 a B
SP 70-1143	20,37 c A	23,20 a A	22,53 b A	17,82 b A	20,22 a A	19,58 a A
M (V4 + V5)	20,80 A	22,88 A	22,32 A	18,50 A	19,98 A	19,79 A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, dentro de um mesmo parâmetro, não diferem entre si, respectivamente pelo teste Scott & Knott e de F ao nível de 5% de probabilidade.

6

maio para a terceira época, quando a colheita foi realizada no início do mês de julho. Isto era esperado, pois com o avanço da maturação, os teores de brix (%) caldo e cana tendem a aumentar.

Não houve diferenças significativas entre as variedades SP 80-1842 e RB 825336 para teores de brix (%) caldo e cana, nas três épocas de colheita (Tabela 6).

Para variedades de ciclo de maturação médio (Tabela 7), verifica-se que as variedades RB 855536 e RB 855113 e SP 70-1143 apresentaram um aumento significativo no valor de sólidos solúveis no caldo² da primeira para a segunda época de colheita, realizadas, respectivamente, nos meses de julho e agosto de 2000. Porém, apresentaram um declínio para a terceira época de colheita, (setembro), significativo para as variedades RB 855113 e SP 70-1143. Estas duas variedades, em função do início das chuvas em setembro, começaram a reverter o brix mais rapidamente.

Quanto às comparações entre as variedades RB e a média destas com a variedade SP 70-1143, nenhuma diferença significativa foi observada para brix (%) caldo.

Para a variável brix (%) cana (Tabela 7), as três variedades apresentaram comportamento semelhante, com aumentos da primeira para a segunda época, não havendo diferenças entre a segunda e terceira épocas. Quanto às diferenças varietais, somente houve efeito significativo na terceira época, quando a variedade RB 855536 suplantou a RB 855113. Isto provavelmente foi devido ao fato de que esta última apresentou um decréscimo no brix (%) caldo, enquanto, na primeira, brix (%) caldo foi inalterado da segunda para a terceira época. Sabe-se que os valores de brix (%) cana são dependentes do brix (%) caldo.

As variedades de cana-de-açúcar RB 806043 e RB 72454, de ciclo de maturação tardio (Tabela 6), obtiveram o mesmo comportamento com o avanço das épocas de colheita. Nota-se que ambas as variedades apresentaram maior

valor na primeira época de colheita, a qual se deu no mês de outubro, cujo valores foram, respectivamente, 22,60 e 21,20 °brix (%) caldo. Porém, detectou-se uma diminuição nos teores de brix à medida que decorreram as épocas de colheita, o que pode ser explicado pelo período de chuvas e o aumento de temperatura.

Em contrapartida, verifica-se que a variedade RB 806043 apresentou valores superiores aos da variedade RB 72454, nas três épocas de colheita (Tabela 6).

Os resultados obtidos para as variedades de ciclo precoce SP 80-1842 e RB 825336 estão em conformidade com os resultados obtidos por Fernandes (1982) e Carvalho (1992), os quais encontraram valores crescentes para brix (%) cana à medida que avançou a época de colheita, exceto para as variedades de ciclo de maturação médio, as quais apresentaram alternância nos resultados, e as variedades de ciclo de maturação tardio, apresentando declínio nos teores de brix (%) caldo e cana da primeira para a segunda época de colheita.

4.2.2 Teores de fibra e pol (%) cana

Os resumos das análises de variância para o desdobramento da interação época x variedades e os respectivos contrastes para fibra e pol (%) cana no estudo das variedades de cana-de-açúcar de diferentes ciclo de maturação, em três épocas de colheita, estão dispostos, respectivamente, nas Tabelas 2 A, 3 A, 9A e 10A dos anexos.

Os valores médios obtidos para teores de fibra e pol (%) cana para as variedades de cana-de-açúcar, de ciclos de maturação precoce e tardio, colhidas em três diferentes épocas e as de ciclo de maturação médio, são apresentados nas Tabelas 8 e 9, respectivamente.

TABELA 8. Valores médios obtidos para teores de fibra e pol (%) cana, em função de variedades de cana-de-açúcar de ciclo de maturação, precoce e tardio, em três épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.

Ciclo de Maturação	Variedades	Fibra (%) cana			Pol (%) cana		
		Época 1	Época 2	Época 3	Época 1	Época 2	Época 3
Precoce	SP 80-1842	10,98 b A	12,32 a B	13,00 a A	12,39 c A	14,16 b A	16,10 a A
	RB 825336	11,61 b A	13,75 a A	13,45 a A	11,99 c A	14,39 b A	15,56 a A
Tardio	RB 806043	11,09 A	10,16 A	10,03 B	18,23 a A	16,34 b A	16,80 b A
	RB 72454	11,11 A	10,44 A	11,39 A	16,92 a B	15,70 b A	15,44 b B

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, dentro de um mesmo parâmetro, não diferem entre si, respectivamente pelo teste Scott & Knott e de F ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 9. Valores médios obtidos para teores de fibra e pol (%) cana, em função de variedades de cana-de-açúcar, de ciclo de médio, em três épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.

Variedades	Fibra (%) cana			Pol (%) cana		
	Época 1	Época 2	Época 3	Época 1	Época 2	Época 3
RB 855536 (V4)	10,21 b B	11,95 a B	9,82 b B	15,43 c A	17,36 b A	18,56 a A
RB 855113 (V5)	11,81 b A	13,37 a A	12,03 b A	15,10 b A	17,00 a A	17,03 a B
SP 70-1143	12,51 a A	12,86 a A	13,19 a A	14,18 b B	17,39 a A	17,67 a A
Média (V4 + V5)	11,01 B	12,66 A	10,92 B	15,26 A	17,18 A	17,79 A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, dentro de um mesmo parâmetro, não diferem entre si, respectivamente pelo teste Scott & Knott e de F ao nível de 5% de probabilidade.

Para as variedades SP 80-1842 e RB 825336, de ciclo de maturação precoce (Tabela 8), observa-se que houve um incremento no teor de fibra de, respectivamente, 10,90 e 15,5%, da primeira para a segunda época, não ocorrendo, porém, diferença significativa da segunda para terceira época. Comparando as duas variedades, nota-se que a RB 825336 suplantou a SP 80-1842, na segunda época de colheita, cujos valores foram, respectivamente, de 13,75 e 12,32 % de fibra (%) cana.

Estes resultados estão em conformidade com os resultados encontrados por Rezende Sobrinho (2000), que estudando o comportamento das variedades RB 825336 e SP 80-1842, cana-planta, em três épocas de colheitas, detectou um incremento no teor de fibra com o avanço das épocas de colheita, com superioridade da primeira variedade, a qual apresentou respectivamente, 10,39; 10,90 e 13,21 fibra (%) cana, contra 9,93; 9,66 e 11,53 fibra % cana para a variedade SP 80-1842.

Para as variedades de ciclo de maturação médio (Tabela 9), verifica-se que os teores de fibra da SP 70-1143 não foram influenciados pelo efeito das épocas de colheita. Em contrapartida, detectaram-se diferenças para as variedades RB 855536 e RB 855113, as quais obtiveram comportamento semelhantes, apresentando maior teor de fibra na segunda época de colheita.

Entre as variedades RBs, observa-se que a variedade RB855113 apresentou maiores teores de fibra, nas três épocas, em relação a RB 855536. Tais resultados estão de acordo com os relatos do Centro de Ciências Agrária/UFSCar [199-], que menciona um menor teor de fibra da variedade RB 855536. Porém, a variedade SP 70-1143 apresentou-se superior às duas outras variedades, nas colheitas realizadas na primeira e terceira época, nos meses de julho e setembro, respectivamente (Tabela 9).

Quanto às variedades de ciclo de maturação tardio, RB 806043 e RB 72454, verifica-se que, para fibra (%) cana, não houve diferenças significativas entre épocas de colheita (Tabela 8).

Comparando efeitos de variedades, verificou-se que apenas na terceira época de colheita, realizada no mês de dezembro, o valor apresentado pela variedade RB 72454 superou o da outra variedade (Tabela 8).

Neste sentido, pode-se observar que a variedade de ciclo de maturação tardio, RB 806043 apresentou um mesmo comportamento para o teor de fibra à medida que avançaram as épocas de colheita, mesmo sendo observado intenso florescimento.

Tais resultados são discordantes dos encontrados por Rodella (1974), que realizando estudos sobre a influência do clima, solo e idade na relação caldo-fibra do colmo de vinte e sete variedades de cana-de-açúcar, realizando cortes de maio a dezembro (8 a 15 meses de idade), demonstrando que o teor de fibra aumentou linearmente com a idade da cana, para todas as variedades.

O teor de fibra é uma característica intrínseca de cada variedade, porém, de modo geral, as variedades estudadas no presente trabalho apresentaram baixos teores de fibra. Stupiello (1987) relata que o teor ideal de fibra, deve estar em torno de 12,5 %. Com uma produção muito baixa de fibra, pode haver o comprometimento do suprimento de bagaço como combustível dentro do processo industrial de fabricação de aguardente.

Para pol (%) cana, verifica-se que as variedades de ciclo precoce SP 80-1842 e RB 825336, apresentaram um aumento nos teores à medida que houve avanço das épocas de colheita (Tabela 8).

Rezende Sobrinho (2000), estudando o comportamento das variedades de cana-de-açúcar SP80-1842 e RB 825336 em Latossolo Roxo, em três épocas de colheita (maio, julho e setembro), observou que não houve diferença

significativa para as variedades quanto a pol (%) cana. No entanto, tais valores foram maiores do que os encontrados no presente trabalho.

Porém, vale mencionar que, de acordo com os resultados obtidos para estas variedades na primeira época, tanto no presente trabalho, como no trabalho de Rezende Sobrinho (2000) a cana ainda não se encontrava madura, uma vez que, segundo Brieger (1968), uma cana é considerada madura, para início de safra, quando atinge pol igualou superior a 13,0 (%) cana. Assim, poder-se-ia protelar o início do corte destas variedades, podendo explorar mais os respectivos potenciais produtivos.

Quanto às variedades de ciclo de maturação médio (Tabela 8), observa-se que as variedades SP 70-1143 e RB 855113 obtiveram, respectivamente, um incremento de 18,46 e 11,18 % no pol (%) cana da primeira para a segunda época de colheita, estabilizando na época seguinte. Referente à variedade RB 855536, certifica-se um aumento significativo no teor de pol (%) cana da ordem de 16,86 %, no decorrer das três épocas de colheita.

Entretanto, entre as duas variedades RBs, detecta-se diferença significativa somente na terceira época de colheita, sendo que a variedade RB 855536 apresentou-se superior, com pol de 18,56 (%) cana, contra 17,03 (%) obtido pela variedade RB 855113. Por outro lado, verifica-se também, que houve diferença entre a média das duas RBs e a variedade SP, apenas na primeira época, quando se observa um melhor desempenho médio das duas variedades RBs (Tabela 9).

No que se diz respeito às variedades de ciclo de maturação tardio (Tabela 8), observa-se que tanto a variedade RB 806043 como a RB 72454 apresentaram maiores teores de pol na primeira época de colheita, cujos valores foram, respectivamente, de 18,23 e 16,92 (%) cana. O decréscimo do pol da primeira para a segunda e terceira épocas pode ser explicado pelo período chuvoso e aumento da temperatura, o que provoca reversão de sacarose.

Houve diferença significativa entre as duas variedades na primeira e terceira épocas de colheita, com a variedade RB 806043 suplantando a RB 72454 (Tabela 8).

Vale ressaltar que mesmo com a ocorrência de altas precipitações e temperaturas acima de 20°C, no mês de novembro, segunda época, nota-se que tais condições não influenciaram no comportamento das variedades de ciclo tardio, mostrando a importância de estudos do comportamento das variedades de cana-de-açúcar em diversos locais, pois as mesmas tendem a apresentar diferentes resultados.

Vasconcelos (1998), estudando o comportamento de clones IAC e variedades de cana-de-açúcar nas condições edafoclimáticas da Região do Vale do Paranapanema, observou que precipitações pluviométricas de 200,3 mm e temperatura em torno de 20°C, nos meses de maio junho e julho, contribuíram para uma descrição sigmóide da evolução da maturação, ocorrendo manutenção ou queda de pol (%) cana entre junho e julho para quase todas as variedades e clones estudados.

Rezende Sobrinho (2000), realizando trabalho estudando o comportamento de variedades de cana na região de Ribeirão Preto, SP, cujas épocas de colheita foram realizadas nos meses de maio, julho e setembro de 1995, verificou que não houve diferença significativa entre as variedades RB 72454 e RB 806043 nas três épocas, as quais apresentaram respectivamente 12,82 e 12,87 (%) cana na primeira; 12,77 e 14,32 (%) cana na segunda e 17,97 e 16,78 (%) cana na terceira época.

4.2.3 Pureza (%) cana e açúcar teórico recuperável – ATR

Os resumos das análises de variância para o desdobramento da interação época x variedades e os contrastes das variedades, dentro de cada ciclo, para a

pureza e açúcar teórico recuperável no estudo das variedades de diferentes ciclos de maturação, em três diferentes épocas de colheita, são dispostos nas Tabelas 3 A e 10 A, respectivamente, em anexo.

Os valores médios obtidos para pureza (%) cana e ATR ($\text{kg} \cdot \text{t}^{-1}$), em função das épocas de colheita, pelas variedades de cana-de-açúcar, de ciclos de maturação precoce e tardio, e pelas variedades de ciclo de maturação médio, são apresentados nas Tabelas 10 e 11, respectivamente.

Para as variedades SP 80-1842 e RB 825336, de ciclo precoce, quanto à pureza, verifica-se que ambas apresentaram comportamento semelhante, ou seja, houve uma melhora da pureza (%) cana da primeira para a segunda época, porém estabilizando desta para a terceira época, enquanto, para o parâmetro ATR, as variedades apresentaram um acréscimo na produção de açúcar teórico da primeira para a terceira época de colheita. Por outro lado, nenhuma diferença significativa foi observada entre as duas variedades, nas três épocas, para pureza (%) cana e para os teores de ATR (Tabela 10).

Quanto às variedades SP 70-1143, RB 855536 e RB 855113, de ciclo de maturação médio (Tabela 11), verifica-se que as duas primeiras variedades apresentaram comportamento semelhante, com uma melhora na pureza com o avanço das épocas de colheita, já a variedade RB 855113 obteve uma melhora somente da primeira para a segunda época de colheita, a qual não diferiu da terceira época. Para o parâmetro ATR ($\text{kg} \cdot \text{t}^{-1}$), observa-se que as variedades SP 70-1143 e RB 855113 comportaram-se semelhantemente, e apresentaram um aumento no ATR da primeira para a segunda época, estabilizando em seguida. No entanto, a variedade RB 855536 obteve um aumento linear da primeira para a terceira época de colheita.

Entre as variedades RBs (Tabela 11), observa-se que houve diferença significativa somente para ATR, ressaltando que tal diferença ocorreu somente na terceira época de colheita, sendo que a variedade RB 855536 apresentou-se

TABELA 10. Valores médios obtidos para pureza (%) cana e açúcar teórico recuperável - ATR, (kg . t⁻¹), em função de variedades de cana-de-açúcar, de ciclos de maturação precoce e tardio, em três épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.

Ciclo de Maturação	Variedades	Pureza (%) cana			Açúcar Teórico Recuperável (kg . t ⁻¹)		
		Época 1	Época 2	Época 3	Época 1	Época 2	Época 3
Precoce	SP 80-1842	78,61 b A	80,84 a A	84,78 a A	140,99 c A	156,37 b A	177,39 a A
	RB 825336	77,03 b A	81,21 a A	82,84 a A	141,97 c A	160,33 b A	171,49 a A
Tardio	RB 806043	90,69 a A	90,98 a A	92,90 a A	195,28 a A	174,40 b A	165,60 c A
	RB 72454	89,89 a A	91,08 a A	93,40 a A	181,80 a B	166,10 b B	151,55 c B

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, dentro de um mesmo parâmetro, não diferem entre si, respectivamente pelo teste Scott & Knott e de F ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 11. Valores médios obtidos para pureza (%) cana e açúcar teórico recuperável – ATR (kg . t⁻¹), em função de variedades de cana-de-açúcar, de ciclo de maturação médio, em três épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.

Ciclo de Maturação	Variedades	Pureza (%) cana			Açúcar Teórico Recuperável (kg . t ⁻¹)		
		Época 1	Época 2	Época 3	Época 1	Época 2	Época 3
	RB 855536 (V4)	83,30 c A	86,45 b A	91,18 a A	173,02 c A	188,77 b A	198,76 a A
	RB 855113 (V5)	81,66 b A	85,44 a A	88,54 a A	167,58 b A	184,69 a A	182,70 a B
	SP 70-1143	79,60 c B	86,01 b A	90,28 a A	162,36 b B	190,27 a A	189,43 a A
	Média (V4 + V5)	82,48 A	85,94 A	89,86 A	170,30 A	186,73 A	190,73 A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, dentro de um mesmo parâmetro, não diferem entre si, respectivamente pelo teste Scott & Knott e de F, ao nível de 5% de probabilidade.

superior à RB 855113. Porém, quando se compara a média das duas RBs e a variedade SP 70-1143, nota-se que ocorreu diferença, para os dois apenas na primeira época, sendo que a segunda variedade apresentou-se inferior à média das duas RBs (Tabela 11).

Em se tratando das variedades de ciclo de maturação tardio, RB 806043 e RB 72454, verifica-se que para ATR houve um decréscimo nos teores de açúcar teórico da primeira para a terceira época de colheita, para as duas variedades (Tabela 10), acompanhando a redução no teor de sacarose, devido ao aumento da temperatura e à presença de chuva. Em todas as épocas de colheita, quanto ao ATR, houve uma supremacia da variedade RB 806043 em relação à variedade RB 72454 (Tabela 10).

4.3 Rendimentos de aguardente por tonelada de cana e por hectare

Os resumos das análises de variância para o desdobramento da interação época x variedades e os respectivos contrastes para rendimentos de aguardente por tonelada de cana e por hectare, no estudo das variedades de cana-de-açúcar de diferentes ciclos de maturação, em três épocas de colheita, estão dispostos, respectivamente, nas Tabelas 4 A e 11 A dos anexos.

Os valores médios obtidos para rendimentos de aguardente por tonelada de cana e por hectare para as variedades de cana-de-açúcar de ciclos de maturação precoce e tardio, colhidas em três diferentes épocas e as de ciclo de maturação médio, são apresentados, respectivamente, nas Tabelas 12 e 13.

Para as variedades de ciclo precoce (Tabela 12), nota-se que a SP 80-1842 apresentou rendimentos de aguardente por tonelada de cana, assim como para rendimento de aguardente, em litros por hectare, mais ou menos constantes da primeira para a terceira época de colheita. Porém, a variedade RB 825336 mostrou diferenças entre as épocas, aumentando os rendimentos de aguardente

TABELA 12. Valores médios obtidos para rendimentos de aguardente, em litros por tonelada, ($l \cdot t^{-1}$) e litros por hectare, ($l \text{ ha}^{-1}$) em função de variedades de cana-de-açúcar, de ciclos de maturação precoce e tardio, em três épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.

Ciclo de Maturação	Variedades	Rendimento de aguardente ($l \cdot t^{-1}$)			Rendimento de aguardente ($l \text{ ha}^{-1}$)		
		Época 1	Época 2	Época 3	Época 1	Época 2	Época 3
Precoce	SP 80-1842	56,54 a	55,04 a	50,06 a	4204,09 a	4360,38 a	4416,70 a
	RB 825336	48,45 b	62,29 a	52,25 b	3040,52 b	4536,51 a	4275,98 a
Tardio	RB 806043	58,93 b	67,20 a	51,04 b	6440,10 b	8059,62 a	5096,80 c
	RB 72454	60,82 a	66,52 a	55,60 a	5800,02 b	6932,85 a	5135,55 b

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha, dentro de um mesmo parâmetro, não diferem entre si respectivamente pelo teste Scott & Knott e de F ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 13. Valores médios obtidos para rendimentos de aguardente, em litros por tonelada, ($l \cdot t^{-1}$) e litros por hectare ($l \cdot ha^{-1}$), em função de variedades de ciclos de maturação médio, em três épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.

Variedades	Rendimento de aguardente ($l \cdot t^{-1}$)			Rendimento de aguardente ($l \cdot ha^{-1}$)		
	Época 1	Época 2	Época 3	Época 1	Época 2	Época 3
RB 855536 (V4)	57,11 b A	69,16 a A	68,47 a A	5596,23 a A	6035,48 a A	6644,51 a A
RB 855113 (V5)	48,36 a A	57,76 a B	60,78 a A	3900,92 a B	4431,16 a B	4928,46 a B
SP 70-1143	49,75 b A	64,76 a A	63,68 a A	3993,13 b A	5298,14 a A	5744,87 a A
Média (V4 + V5)	52,73 A	63,46 A	64,62 A	4748,57 A	5233,32 A	5786,48 A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna dentro de um mesmo parâmetro, não diferem entre si, respectivamente pelo teste Scott & Knott e de F ao nível de 5% de probabilidade.

(l . t⁻¹ e l . ha⁻¹) da primeira para a segunda época, quando então a cana se encontrava mais madura (Tabela 12). Não houve diferenças entre as duas variedades precoces, em cada uma das épocas de colheita, quanto aos rendimentos de aguardente (L t⁻¹ e L ha⁻¹), conforme Tabela 12.

Quanto às variedades de ciclo de maturação médio (Tabela 13), verifica-se, em relação ao rendimento de aguardente por tonelada, que as variedades SP 70-1143 e RB 855536 se comportaram semelhantemente, apresentando diferenças estatísticas entre as duas primeiras épocas de colheita. As mesmas obtiveram um acréscimo na produção de aguardente, da primeira para a Segunda época, da ordem de 23,18 e 17,42 %, respectivamente. Já a outra variedade, RB 855113, não apresentou valores estatisticamente diferentes entre as três épocas.

No que se diz respeito ao rendimento de aguardente por hectare, a única diferença significativa verificada foi para a variedade SP 70-1143, que apresentou um aumento de mais ou menos 1300 litros . ha⁻¹ da primeira para a segunda época de colheita (Tabela 13).

Quando se faz a comparação entre as variedades RBs, nota-se que, em relação ao rendimento de aguardente por tonelada, estas diferiram estatisticamente somente na segunda época, nas quais a variedade RB 855536 apresentou 69,19 litros, ao passo que a variedade RB 855113 obteve somente 57,76 litros por tonelada de cana.

Já para o rendimento de aguardente por hectare, verifica-se que os valores apresentados pela primeira variedade superaram os valores da variedade RB 855113 em 1695,31, 1604,32 e 1716,05 litros de aguardente na primeira, segunda e terceira época de colheita respectivamente (Tabela 13). Todavia, ao confrontar os valores médios destas duas variedades com os valores da variedade SP 70-1143, percebe-se que nenhuma diferença significativa foi detectada (Tabela 13).

Para o rendimento de aguardente das variedades RB 806043 e RB 72454 (Tabela 12) em função das épocas de colheita, observa-se diferença significativa quanto ao rendimento de aguardente por tonelada apenas para a primeira variedade, a qual apresentou um maior rendimento na segunda época, 67,20 litros por tonelada.

Quanto ao rendimento de aguardente por hectare, verifica-se que a variedade RB 806043, assim como a variedade RB 72454, apresentaram melhor desempenho na segunda época de colheita, sendo que da segunda para a terceira época houve uma queda no rendimento de aguardente, reflexo da diminuição também observada para pol e brix (%) cana.

Comparando as referidas variedades em cada época de colheita, percebe-se que não houve diferenças significativas entre elas.

De maneira geral, pode-se inferir que as variedades de ciclo de maturação precoce e médio, aumentaram o rendimento da aguardente por hectare à medida que avançou a época de colheita. Já as de maturação tardia aumentaram o rendimento da primeira para a segunda época, mas da segunda para a terceira já se observou uma queda nos rendimentos, mostrando que dezembro já é um mês desfavorável para a produção de aguardente.

4.4 Características físico-químicas da aguardente

4.4.1 Grau alcoólico e acidez volátil

Os resumos das análises de variância para o desdobramento da interação época x variedades e para os respectivos contrastes das variedades, para o teor de grau alcoólico e acidez volátil, no estudo das variedades de diferentes ciclo de maturação em três épocas de colheita, são apresentados nas Tabelas 5 A e 12 A, respectivamente, dos anexos.

Os valores médios obtidos para o grau alcoólico (% v/v) a 20°C e acidez volátil (mg/100 mL de álcool anidro) da aguardente para variedades de cana-de-açúcar de ciclos de maturação precoce e tardio, em função das épocas de colheita, e para as variedades de maturação médio, são apresentados, respectivamente, nas Tabelas 14 e 15.

Quanto ao grau alcoólico (%v/v) das aguardentes das variedades de ciclo de maturação precoce, SP 80-1842 e RB 825336 (Tabela 14), verifica-se que ambas apresentaram maior valor na terceira época, cujos valores foram, respectivamente, 54,33 e 52,33 (% v/v), a variedade RB 825336 apresentou resultados significativamente diferentes nas duas primeiras épocas de colheita.

Em relação à acidez volátil das duas aguardentes (Tabela 14), observa-se que a aguardente da variedade SP 80-1842 apresentou maior valor na segunda época em relação às outras duas épocas, as quais não diferiram estatisticamente entre si, ao passo que a variedade RB 825336 obteve, nas duas primeiras épocas, valores inferiores aos da terceira época de colheita, porém estatisticamente iguais.

As variedades precoces comportaram-se semelhantemente, tanto para grau alcoólico como para acidez volátil, não sendo, portanto, verificada nenhuma diferença significativa entre elas nas três épocas de colheita.

Em se tratando dos efeitos de época de colheita sobre as aguardentes das variedades de ciclo de maturação médio, RB 855536, RB 855113 e SP 70-1143 (Tabela 15), observa-se que as aguardentes das três variedades apresentaram maiores valores para grau alcoólico e acidez volátil na primeira época. Nas outras épocas, não houve diferença significativa para estes parâmetros, exceto para a variedade SP, cujo valor do grau alcoólico, na segunda época apresenta-se maior do que o da terceira época de colheita.

Comparando os valores das aguardentes das variedades RBs, (Tabela

TABELA 14. Valores médios obtidos para grau alcoólico (% v/v) a 20°C e acidez volátil (mg/100 ml de álcool anidro) de aguardentes em função de variedades de cana-de-açúcar de ciclo de maturação precoce e tardio, em três épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.

Ciclo de Maturação	Variedades	Grau Alcoólico (% v/v)			Acidez Volátil (mg/100 ml de álcool anidro)		
		Época 1	Época 2	Época 3	Época 1	Época 2	Época 3
Precoce	SP 80-1842	44,67 a	44,33 a	54,33 b	37,38 b	27,51 a	46,01 b
	RB 825336	43,00 a	46,50 b	52,33 c	26,04 a	18,71 a	43,15 b
Tardio	RB 806043	42,00 a	42,50 a	41,50 a	31,67 a	45,31 b	44,73 b
	RB 72454	41,50 a	42,17 a	43,00 a	44,64 a	56,70 b	39,61 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha, dentro de um mesmo parâmetro, não diferem entre si, respectivamente pelo teste Scott & Knott e de F ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 15. Valores médios obtidos para grau alcoólico (% v/v) a 20°C e acidez volátil (mg/100 ml de álcool anidro) de aguardentes em função de variedades de cana-de-açúcar, de ciclo de maturação médio, em três épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.

Variedades	Grau Alcoólico (% v/v)			Acidez Volátil (mg/100 mL de álcool anidro)		
	Época 1	Época 2	Época 3	Época 1	Época 2	Época 3
RB 855536 (V4)	49,67 b A	43,00 a A	40,67 a A	76,73 b A	34,20 a A	37,71 a A
RB 855113 (V5)	50,00 b A	44,00 a A	41,67 a A	86,96 b A	44,84 a A	34,43 a A
SP 70-1143	54,00 c B	44,67 b A	40,50 a A	49,95 b A	29,42 a A	33,01 a A
Média (V4 + V5)	49,83 A	43,50 A	41,17 A	81,84 B	39,52 A	36,07 A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, dentro de um mesmo parâmetro, não diferem entre si, respectivamente pelo teste Scott & Knott e de F ao nível de 5% de probabilidade.

15) quanto à graduação alcoólica e acidez volátil, verifica-se que nenhuma diferença significativa foi observada entre elas para as três épocas de colheita.

No entanto, entre a média destes valores e o da aguardente da variedade SP 70-1143, detectou-se significância, na primeira época de colheita, tanto para grau alcoólico como para acidez volátil, sendo que a aguardente da variedade SP apresentou um maior grau alcoólico, porém uma menor acidez volátil.

Para o grau alcoólico das aguardentes das variedades de ciclo de maturação tardio, RB 806043 e RB 72454 (Tabela 14), nota-se que não houve diferenças significativas entre as três épocas de colheita.

No que diz respeito à acidez volátil das aguardentes destas variedades (Tabela 14), observa-se que as aguardentes das variedades RB 806043 e RB 72454 apresentaram menor valor, respectivamente na primeira e terceira épocas de colheita. Todavia, nenhuma diferença significativa foi detectada entre estas variedades para as três épocas de colheita quanto aos parâmetro estudado.

O grau alcóolico de uma aguardente é uma característica muito importante para a bebida, pois, de acordo com Chaves (1998), este parâmetro é necessário, porque caracteriza a marca do produto. Para os resultados obtidos verifica-se que apenas a aguardente da variedade SP 80-1842 obteve, na terceira época de colheita, um valor acima do máximo permitido, não se enquadrando, portanto, nos padrões exigidos pelo MAAb (1997), o qual dispõe que a aguardente, para ser considerada de qualidade, deverá apresentar, dentre outros fatores, um grau alcóolico na faixa de 38 a 54 % v/v.

Apesar de todos os cuidados tomados, o alto grau alcoólico encontrado para a aguardente desta variedade, poderia ser explicado devido a ser o alambique, no qual foi realizada as destilações, de fogo direto, cujo controle manual e as leitura do teor alcoólico das aguardente realizadas através de um

alcoômetro manual, os quais possivelmente, poderão ter colaborado para que tal resultado fosse obtido.

Quanto aos valores médios para acidez volátil nas aguardentes das variedades do presente trabalho, estes estão em conformidade com as exigências dispostas pelo Decreto Federal 2314 de 04/09/1997 do artigo 91, descritas pelo MAAb (1997), pois os resultados apresentados são menores do que 150,0 mg/100 ml de álcool anidro.

Os valores para a acidez volátil foram baixos porque todo o processo produtivo foi realizado tomando-se os devidos cuidados, desde o corte da cana até no momento da destilação do vinho. Segundo Cardoso (1998), a alta acidez presente em aguardentes pode ser atribuída à contaminação da cana ou do próprio mosto fermentativo por bactérias acéticas e outras, ou ainda o próprio caldo de cana, fazendo com que parte do substrato sofra fermentação acética, elevando a acidez e, por conseguinte, diminuindo o rendimento da produção de etanol.

4.4.2 Teores de cobre e aldeído

Os resumos das análises de variância para o desdobramento da interação época x variedades e para os respectivos contrastes para os teores de cobre e aldeídos, no estudo das variedades de diferentes ciclo de maturação em três diferentes épocas de colheita, estão dispostos, respectivamente, nas Tabelas 5 A, 6 A, 12 A e 13 A dos anexos.

Os valores médios obtidos para o teor de cobre ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$) e para o teor de aldeído, em $\text{mg} / 100 \text{ ml}$ de álcool anidro, das aguardente das variedades de cana-de-açúcar de ciclos de maturação precoce e tardio, em função das épocas de colheita e das variedades de maturação média, são respectivamente, apresentados nas Tabelas 16 e 17.

TABELA 16. Valores médios obtidos para teores de cobre ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$) e teor de aldeído ($\text{mg}/100 \text{ ml}$ de álcool anidro) de aguardentes em função de variedades de cana-de-açúcar de ciclos de maturação precoce e tardio, em três épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.

Ciclo de Maturação	Variedades	Cobre ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)			Aldeído ($\text{mg}/100 \text{ ml}$ de álcool anidro)		
		Época 1	Época 2	Época 3	Época 1	Época 2	Época 3
Precoce	SP 80-1842	2,07 a A	1,04 a A	2,56 a A	7,92 a A	11,00 a A	15,68 a A
	RB 825336	0,94 a A	3,09 a B	3,26 a A	6,35 a A	11,68 a A	10,73 a A
Tardio	RB 806043	9,74 b B	9,88 b B	3,27 a A	52,87 b B	23,58 a A	21,22 a A
	RB 72454	2,59 a A	4,60 a A	11,95 b B	26,59 a A	14,46 a A	35,96 a A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, dentro de um mesmo parâmetro, não diferem entre si, respectivamente pelo teste Scott & Knott e de F ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 17. Valores médios obtidos para teores de cobre (mg . l⁻¹) e de aldeído (mg/100 ml de álcool anidro) de aguardentes em função de variedades de cana-de-açúcar de ciclo de maturação médio, em três épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.

Variedades	Cobre (mg . l ⁻¹)			Aldeído (mg/100 ml de álcool anidro)		
	Época 1	Época 2	Época 3	Época 1	Época 2	Época 3
RB 855536 (V4)	2,72 a A	5,12 b A	7,38 b B	18,06 a A	12,22 a A	30,01 a A
RB 855113 (V5)	2,12 a A	9,87 b B	1,99 a A	33,45 a A	26,49 a A	12,78 a A
SP 70-1143	1,77 a A	2,37 a A	3,54 a A	14,71 a A	9,88 a A	31,58 a A
Média (V4 + V5)	2,42 A	7,49 B	4,68 A	25,75 A	19,35 A	21,39 A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, dentro de um mesmo parâmetro, não diferem entre si, respectivamente pelo teste Scott & Knott e de F ao nível de 5% de probabilidade.

Analisando os resultados apresentados pelas aguardentes das variedades precoces, SP 80-1842 e RB 825336 (Tabela 16), verifica-se que não houve efeito significativo de épocas em nenhuma das variedades para os teores de cobre e de aldeídos. No entanto, observa-se que entre as duas variedades houve diferença significativa apenas para o parâmetro teor de cobre; porém, somente na segunda época de colheita, na qual a aguardente da variedade RB 825336 apresentou um teor de cobre de 3,09 mg por litro de aguardente, contra 1,04 mg obtido pela outra variedade.

Quanto às aguardentes das variedades RB 855536, RB 855113 e SP 70-1143 (Tabela 17), nota-se que os valores obtidos para teor de cobre pela variedade RB 855536, apenas o da primeira época apresenta um menor valor em relação aos das duas últimas épocas, cujos valores, além de não diferirem entre si, apresentaram-se altos. Já a aguardente da variedade RB 855113, apresentou valores baixos e estatisticamente iguais na primeira e terceira época de colheita. Mas os valores obtidos pelas aguardentes da variedade SP não diferiram entre si nas três épocas de colheita.

Comparando as aguardentes das variedades RBs quanto aos teores de cobre (Tabela 17), verifica-se diferença significativa entre elas. Detecta-se que a aguardente da variedade RB 855113 obteve maior valor na segunda época de colheita, cujo valor foi de 5,12 mg de cobre por litro de aguardente, porém, na terceira época, mostrou-se bem inferior ao valor apresentado pela aguardente da variedade RB 855536.

Com referência aos efeitos de época sobre os teores de aldeídos (Tabela 17), observa-se que não houve diferenças significativas entre as aguardentes das variedades de ciclo médio, assim como entre a média dos valores das RBs e variedade SP 70-1143.

Para os valores de cobre das aguardentes das variedades RB 806043 e RB 72454 (Tabela 16), nota-se que, para os da primeira variedade, o melhor

resultado obtido foi na terceira época, quando a aguardente apresentou 3,27 mg de cobre por litro de aguardente. No entanto, a aguardente da variedade RB 72454 obteve os menores valores, nas duas primeiras épocas, que foram, respectivamente, de 2,59 e 4,60 mg de cobre por litro.

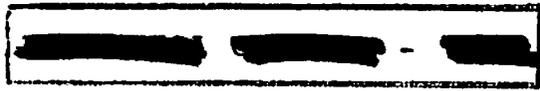
Comparando os resultados das aguardentes de tais variedades quanto a esse parâmetro, observa-se que os valores das aguardentes da variedade RB 72454 suplantaram os da variedade RB 806043 nas duas primeiras épocas, mas mostraram-se inferiores na última época.

Quanto aos teores de aldeído, verifica-se que houve diferença significativa entre as três épocas de colheita somente para a variedade RB806043, sendo que, para a outra variedade, nenhuma diferença foi encontrada.

Nota-se que ocorreram diferenças significativas entre as variedades tardias para o teor de aldeído, observando efeito entre elas somente na primeira época, quando a primeira aguardente apresentou um alto teor de aldeído, cujo valor foi de 52,87, quase duas vezes maior do que o valor obtido pela aguardente da variedade RB 72454.

Vale ressaltar, quanto à presença de cobre nas aguardentes, que de modo geral, as aguardentes das variedades estudadas apresentaram um teor de cobre dentro dos padrões permitido, pois, segundo normas do MAAb (1997), para que a aguardente seja uma bebida de qualidade, torna-se necessário que apresente um teor de cobre de até 5mg . l⁻¹ de aguardente.

Porém, algumas aguardentes das variedades, contidas nas Tabelas 16 e 17, em uma determinada época, apresentaram altos teores de cobre, contaminando-as e impossibilitando seu consumo, o que, segundo Sargentelli, Mauro e Massabni (1996), pode levar à intoxicação e causar sérios danos à saúde, como a epilepsia, melanona e artrite reumatóide, bem como a perda do paladar.



A possível explicação para os altos teores de cobre apresentados por algumas das aguardentes do presente trabalho pode ser a formação e arraste de carbonato básico de cobre, azinhavre, na superfície da “panela” do alambique no momento da destilação. Segundo Cardoso (1998), o carbonato é solubilizado pelos vapores ácidos produzidos durante a destilação, e por arraste conduz à contaminação do produto final por íons de cobre. Entretanto, Faria (1989) conclui que os alambiques de cobre ou com partes com esse metal, propiciam uma aguardente com qualidades organolépticas superiores às dos demais tipos de alambique.

Para os teores de aldeído, MAAb (1997) relata que a aguardente deverá conter no máximo 30 mg de aldeído acético /100 ml de álcool anidro, padrão estabelecido pelo Decreto Federal 2314 de 04/09/1997 do artigo 91.

Assim, dos resultados apresentados no presente trabalho, somente as aguardentes das variedades RB 855113 e RB 806043 na primeira época de colheita, e das variedades SP 70-1143, RB 855536 e RB 72454 na terceira época de colheita, apresentaram valores altos que comprometem a qualidade do produto.

Os aldeídos, assim como os ésteres e os álcoois superiores proporcionam à bebida um aroma agradável. São compostos precursores da formação dos álcoois. E, de acordo com Cardoso (1998), altas concentrações podem causar intoxicação, levando a sérios problemas relacionados com o sistema nervoso central.

O motivo dos elevados teores de aldeídos encontrados poderá ser a falha no momento da destilação, permitindo que parte da fração da cabeça fosse coletada junto com a fração coração, uma vez que, por estes compostos serem voláteis, a primeira fração é bastante rica deste.

A separação das frações cabeça, coração e calda foram realizadas utilizando como base o grau alcoólico, o qual é obtido através da leitura de um

alcoômetro manual. Neste sentido, apesar de toda atenção dispendida, provavelmente foi colhida uma maior parte desta fração. Tal fato é explicado por Chaves e Póvoa (1992), os quais mencionam que aguardentes ricas em aldeídos são provenientes de alambiques que não separam os produtos de cabeça durante a destilação.

4.4.3 Teores de ésteres e álcoois superiores

Quanto aos resumos das análises de variância para o desdobramento da interação época x variedades e os respectivos contrastes para os teores de ésteres e álcoois superiores, para o estudo das variedades de diferentes ciclo de maturação em três diferentes épocas de colheita, são apresentados nas Tabelas 6 A e 13 A, respectivamente, em anexo.

Os valores médios obtidos para ésteres e álcoois superiores, em mg/100 mL de álcool anidro, das aguardentes das variedades de cana-de-açúcar de ciclos de maturação precoce e tardio, em função das épocas de colheita, e as das variedades de ciclos de maturação médio, são apresentados nas Tabelas 18 e 19, respectivamente.

No que diz respeito às aguardentes das variedades de ciclo de maturação precoce (Tabela 18), observa-se que não houve efeito de épocas de colheita para teores de ésteres, em acetato de etila, da aguardente da variedade SP 80-1842. No entanto, detecta-se diferença significativas para as aguardentes da variedade RB 825336, cujos valores, nas duas últimas épocas de colheita, são maiores e diferentes estatisticamente do valor apresentado na primeira época de colheita.

Para álcoois superiores (Tabela 18), verifica-se o contrário, ou seja, há significância quanto aos efeitos de época de colheita, porém somente para a variedade SP, apresentando, na primeira época, um valor superior aos das demais épocas de colheita, os quais não diferiram entre si.

TABELA 18. Valores médios obtidos para teores de ésteres, em acetato de etila e álcoois superiores (mg/100 ml de álcool anidro) em função dos ciclos de maturação, variedades e época de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.

Ciclo de	Maturação	Variedades	Ésteres (mg/100ml de álcool anidro)			Álcoois superiores (mg/100ml de álcool anidro)		
			Época 1	Época 2	Época 3	Época 1	Época 2	Época 3
Precoce		SP 80-1842	18,40 a A	17,87 a A	19,51 a A	184,64 a A	138,28 b B	135,64 b A
		RB 825336	15,00 b A	22,71 a A	21,89 a A	203,84 a A	215,44 a A	169,11 a A
Tardio		RB 806043	33,61 b A	26,09 c A	43,74 a A	220,54 a A	143,79 b A	151,65 b B
		RB 72454	23,55 c B	29,77 b A	38,22 a A	142,25 b B	181,23 b A	228,02 a A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, dentro de um mesmo parâmetro, não diferem entre si, respectivamente pelo teste Scott & Knott e de F ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 19. Valores médios obtidos para teores de ésteres em acetato de etila e álcoois superiores (mg/100 ml de álcool anidro) em função dos ciclos de maturação médio, variedades e épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.

Variedades	Ésteres (mg/100ml de álcool anidro)			Álcoois superiores (mg/100ml de álcool anidro)		
	Época 1	Época 2	Época 3	Época 1	Época 2	Época 3
RB 855536 (V4)	22,45 a	27,58 a	21,84 a	134,85 b	152,81 b	220,53 a
RB 855113 (V5)	22,27 b	28,34 a	22,08 b	134,44 a	156,42 a	189,72 a
SP 70-1143	21,14 a	23,15 a	24,07 a	149,39 a	167,60 a	175,74 a
Média (V4 + V5)	22,36 a	27,96 a	21,96 a	134,64 a	154,61 a	205,12 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha, dentro de um mesmo parâmetro, não diferem entre si pelo teste Scott & Knott ao nível de 5% de probabilidade

Comparando estas duas variedades (Tabela 18) nota-se que, para os teores de ésteres, não foi verificado efeito significativo entre os valores destas. No entanto, para álcoois superiores, observa-se que houve diferença na segunda época de colheita, na qual o teor de álcoois superiores da aguardente da variedade RB 825336 suplantou o da outra variedade, cujos valores foram, respectivamente, 215,44 e 138,28 mg/100 ml de álcool anidro.

No que diz respeito às variedades de ciclo de maturação médio, observa-se que, para os valores de ésteres (Tabela 19), as épocas de colheita não influenciaram no comportamento das aguardentes das variedades RB 855536 e SP 70-1143, mas influenciaram na aguardente da variedade RB 855113, sendo que o maior teor de éster ocorreu na segunda época de colheita.

As aguardentes das variedades RB 855113 e da SP 70-1143 se comportaram semelhantemente nas três épocas de colheita quanto aos valores dos teores de álcoois superiores (Tabela 19), os quais não diferiram entre si. Porém, em relação aos resultados da aguardente da variedade RB 855536, ressalta-se que esta apresentou um maior valor para este parâmetro na terceira época, o qual difere estatisticamente dos valores apresentados nas duas primeiras épocas de colheita.

Comparando os valores médios das aguardentes das variedades RBs e da variedade SP 70-1143 (Tabela 19), detecta-se que não houve diferenças significativas entre eles para teores de ésteres e teores de álcoois superiores nas três épocas estudadas.

Em relação aos efeitos de épocas de colheita sobre os teores de ésteres para as aguardentes das variedades RB 806043 e RB 72454 (Tabela 18), verifica-se que ambas as aguardentes apresentaram valores estatisticamente diferentes nas três épocas de colheita. Os maiores valores foram obtidos na terceira época, com os respectivos valores: 43,74 e 38,22 mg de ésteres /100 ml de álcool anidro. No entanto, quando da comparação das aguardentes destas

variedades, verifica-se a ocorrência de significância somente para a primeira época, na qual a aguardente da variedade RB 72454 obteve um menor teor de éster.

Quanto aos teores de álcoois superiores (Tabela 18), verifica-se que também houve efeitos de épocas de colheita sobre as aguardentes das duas variedades. A aguardente RB 806043, nas duas últimas épocas, apresentou melhores resultados, com menores valores. Já para a aguardente da variedade RB 72454, os menores valores foram obtidos na primeira e segunda época de colheita, os quais não diferiram entre si.

No que diz respeito ao comportamento das aguardentes destas variedades dentro de cada época de colheita (Tabela 18), observam-se efeitos significativos na primeira e terceira épocas, sendo que a aguardente da variedade RB 72454 obteve menor teor de álcoois superiores na primeira época de colheita, ao passo que na terceira época ocorreu o inverso, ou seja, o melhor resultado foi obtido pela aguardente da outra variedade, com menor teor de álcoois.

Mediante os resultados apresentados, mesmo havendo diferenças significativas entre algumas aguardentes para determinada época, verifica-se que os teores de ésteres apresentados são menores do que o limite máximo permitido pelo MAAb (1997).

Os baixos valores apresentados no presente trabalho provavelmente são devidos às idades das aguardentes, uma vez que as análises químicas foram efetuadas logo após a destilação. Sabe-se que à medida que a aguardente é envelhecida, o teor de éster aumenta, pois é uma reação dos álcoois com ácidos. Assim, os dados encontrados estão concernentes, visto que as análises químicas foram efetuadas logo após a destilação.

Para os resultados de álcoois superiores, vale ressaltar que apesar de detectar algumas diferenças significativas entre as aguardentes das variedades

nas respectivas épocas de colheita, os resultados apresentados são aceitáveis, pois são menores do que 300,0 mg/100 ml de álcool anidro, valor estabelecido pelo MAAb (1997). De acordo com Silva et al. (1999), altos teores de álcoois superiores ocorrem por causa da redução dos aldeídos, pois estes são formados pela descarboxilação dos cetoácido quando do desvio do metabolismo dos aminoácidos pelas leveduras, durante o processo fermentativo.

4.4.4 Teores de extrato seco e densidade relativa

Os resumos das análises de variância para o desdobramento da interação época x variedades e para os contrastes para os teores de extrato seco e densidade relativa, no estudo das variedades de diferentes ciclo de maturação em três diferentes épocas de colheita, são dispostos, respectivamente, nas Tabelas 7 A e 14 A dos anexos.

Os valores médios obtidos para extrato seco, em mg/l e densidade relativa, de variedades de ciclos de maturação precoce e tardio, em função das épocas de colheita e variedades de ciclo médio, são dispostos, respectivamente, nas Tabelas 20 e 21.

Em relação aos valores para os teores de extrato seco das aguardentes das variedades de cana-de-açúcar de ciclos precoce e tardio (Tabela 20) e das aguardentes das variedades de maturação média (Tabela 21), verifica-se que não houve efeitos de épocas de colheita para nenhuma das aguardentes sejam elas de ciclo de maturação precoce, médio ou tardio. Também vale mencionar a não ocorrência de significância entre as aguardentes das variedades dos respectivos ciclos de maturação.

As aguardentes analisadas, nas respectivas épocas de colheita, não apresentaram quantidades indesejáveis de sólidos, normalmente sacarose, os quais poderiam adulterar a bebida e, conseqüentemente, comprometer a

TABELA 20. Valores médios obtidos para extrato seco ($\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$) e densidade relativa a 20°C nas aguardentes em função de variedades de cana-de-açúcar de ciclos de maturação precoce e tardio, em três épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001

Ciclo de Maturação	Variedades	Extrato seco ($\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)			Densidade Relativa		
		Época 1	Época 2	Época 3	Época 1	Época 2	Época 3
Precoce	SP 80-1842	0,103 a	0,093 a	0,280 a	0,942 a	0,942 a	0,923 b
	RB 825336	0,085 a	0,080 a	0,307 a	0,945 a	0,939 b	0,927 c
Tardio	RB 806043	0,060 a	0,040 a	0,060 a	0,948 a	0,946 a	0,947 a
	RB 72454	0,080 a	0,080 a	0,060 a	0,948 a	0,946 a	0,945 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha, dentro de um mesmo parâmetro, não diferem entre si, respectivamente pelo teste Scott & Knott e de F ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 21. Valores médios obtidos para extrato seco (g . l⁻¹) e densidade relativa a 20°C de aguardentes em função de variedades de ciclo de maturação médio em três épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.

Variedades	Extrato seco (g . l ⁻¹)			Densidade relativa		
	Época 1	Época 2	Época 3	Época 1	Época 2	Época 3
RB 855536 (V4)	0,120 a A	0,120 a A	0,080 a A	0,932 b A	0,945 a A	0,949 a A
RB 855113 (V5)	0,227 a A	0,147 a A	0,053 a A	0,932 b A	0,943 a A	0,947 a A
SP 70-1143	0,077 a A	0,053 a A	0,080 a A	0,923 c B	0,942 b A	0,949 a A
Média (V4 + V5)	0,173 A	0,133 A	0,066 A	0,932 a A	0,944 a A	0,948 a A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, dentro de um mesmo parâmetro, não diferem entre si pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade.

qualidade da aguardente, ressaltando que, pelo Decreto Federal 2314 de 04/09/1997 do artigo 91, do MAAb (1997), as aguardentes poderão conter até 6g de açúcar por litro.

No que diz respeito aos valores médios obtidos para densidade relativa das aguardentes das variedades de ciclos de maturação precoce SP 80-1842 e RB 825336 (Tabelas 20), observa-se que a aguardente da primeira variedade apresentou maiores densidades nas duas primeira épocas de colheita, cujos valores não diferiram entre si. Já a aguardente da variedade RB 825336, apresentou maior densidade apenas na primeira época de colheita, com valor de 0,945 mg . l⁻¹, seguido do valor da segunda época.

Com relação às duas variedades, vale mencionar que as aguardentes de ambas apresentaram o mesmo comportamento para densidade, nas três épocas de colheita.

Em se tratando das aguardentes das variedades de ciclo de maturação médio, RB 855536, RB 855113 e SP 70-1143 (Tabela 21), nota-se que as aguardentes das duas variedades RBs se comportaram semelhantemente, ressaltando-se que não ocorreu diferença significativa entre as duas últimas épocas, as quais apresentaram-se superiores, para ambas variedades, em relação à primeira época. Porém, para a aguardente da variedade SP 70-1143, o melhor resultado foi apresentado na terceira época, com valor para densidade de 0,949 mg/L de aguardente, sendo que, na primeira época, a referida aguardente apresentou a menor densidade.

Para os valores de densidade das aguardentes das variedades RB 855536 e RB 855113, nota-se que não diferiram estatisticamente entre si. Entretanto, ao compararmos a média dos valores destas com o valor apresentado pela aguardente da variedade SP 70-1143, observa-se que houve diferença significativa somente na primeira época, quando a variedade SP apresentou

maior densidade, sendo de 0,932 mg/l de aguardente, contra a média de 0,923 mg/l das outras aguardentes das variedades RBs.

No que diz respeito às aguardentes das variedades RB 806043 e RB 72454 (Tabela 20), verifica-se que não houve diferenças significativas entre as épocas de colheita, assim como entre as variedades em questão.

A densidade da aguardente é uma característica da qualidade da bebida, entretanto, varia de acordo com a sua composição. Neste sentido, já era de se esperar resultados diferentes entre as aguardentes, pois as mesmas são oriundas de diferentes variedades de cana-de-açúcar e de diferentes épocas de colheita.

4.4.5 Álcool metílico

No que diz respeito ao álcool metílico, este não foi detectado em quase todas as aguardentes das variedades em estudo. Os valores detectados em algumas aguardentes, são desprezíveis, uma vez que o maior valor obtido para metanol foi de 0,042 mg/ 100mL de álcool anidro, para uma amostra de aguardente da variedade RB 72454, na segunda época, cuja colheita se deu no mês de novembro. De acordo com as normas do MAAb (1997), o limite máximo de metanol presente na aguardente não poderá exceder 0,200 mg/100 ml de álcool anidro.

Neste sentido, os resultados obtidos no presente trabalho, nas condições em que foi conduzido, demonstram o quanto as variedades de cana-de-açúcar de diferentes ciclos de maturação, colhidas em diferentes épocas, se comportam de maneiras diferentes, tanto no que diz respeito à produtividade de colmos, como quanto aos parâmetros químico-tecnológicos da cana, a produção de caldo por tonelada e a produção de aguardente por área, podendo, assim, proporcionar alternativas para que os produtores de aguardente possam produzir uma aguardente de melhor qualidade, por um maior período durante a safra.

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e nas condições em que o trabalho foi realizado, pode-se concluir que:

- As épocas de colheita dentro dos respectivos ciclos de maturação influenciaram no comportamento das variedades precoce, média e tardia, para todos os parâmetros estudados, exceto para teor de extrato seco na aguardente;
- Para rendimento de colmos, de modo geral, nas três épocas de colheita não houve diferenças entre as variedades precoces, SP 80-1842 e RB 825336. Para as variedades de maturação média, as melhores foram as variedades RB 855536 e a SP 70-1143, e quanto às de ciclo tardio, a variedade RB 806043 apresentou maior produtividade;
- Quanto ao rendimento de aguardente por hectare as variedades de ciclo de maturação precoce e médio aumentaram os rendimentos à medida que avançou a época de colheita. As de maturação tardia aumentaram os rendimentos da primeira para segunda época, mas a partir daí tiveram redução de rendimentos, mostrando que dezembro já é um mês desfavorável para a produção de aguardente;
- As aguardentes, de modo geral, apresentaram teores satisfatórios para o grau alcoólico, acidez volátil, cobre, aldeídos, ésteres, álcoois superiores e, conseqüentemente, para o somatório dos componentes secundários. Algumas aguardentes, em determinada época de colheita, apresentaram altos teores de cobre e aldeídos, tais ocorrências provavelmente são de origem

operacional e não intrínsecas das variedades ou provenientes das épocas de colheita.

- Para as condições de solo e clima da região sul de Minas, o produtor de aguardente poderá optar pela variedade SP 80-1842 ou RB 825336, dentro das precoces; para as variedades de ciclo médio e tardio, respectivamente, merecem destaque as variedades RB 855536 e a variedade RB 806043.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCARDE, A.R.. Efeito da radiação gama em alguns parâmetros microbiológicos e bioquímicos da fermentação alcoólica. Piracicaba, SP: CENA/USP, 2000. 111p. (Tese - Doutorado em Energia Nuclear na Agricultura).
- ALFONSI, R.R.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; BRUNINI, O. BARBIERI, U. Condições climáticas. In: PARANHOS, S.B. (Coord.). *Cana-de-açúcar, cultivo e utilização*. Campinas: Fundação Cargil, 1987. v.1, p.42-55.
- ANDRADE, L.A.B. Cultura da cana-de-açúcar. In: Cardoso, G.M. (Coord.). *Produção Artesanal de Aguardente*. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. p.1-30.
- AQUARONE, E.; LIMA, U. de A.; BORZANI, W. Alimentos e bebidas produzidos por fermentação. São Paulo: Edgard Blücher, 1983. v.5, 243p. Biotecnologia.
- ARAÚJO, N.Q.; FERREIRA, T.B.C. Características das bebidas alcoólicas brasileiras. *Informativo INT*, v.7, n.8, p.8-21, 1975.
- ARIZONO, H.; GARCIA, A.A.F.; MATSUOKA, S. Necessidade de critérios na diversificação varietal. *STAB, Açúcar, Álcool e Subprodutos*, Piracicaba, v.17 n.1, p.25, set./out. 1998.
- ARIZONO, H.; MATSUOKA, S.; GHELLER, Y.; MASUDA, H.P.; HOFFMANN, BASSICHELLO, A.I.; MENESEZ, L.L. Alternativas para avaliação de produção de cana-de-açúcar. *STAB, Açúcar, Álcool e Subprodutos*, Piracicaba, v.5, n.16, p. 20, maio/jun. 1998.
- BANZATTO, D.A.; KRONCA, S.N. *Experimentação agrícola*. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 247p.
- BEZERRA, C.W.B. Caracterização química da aguardente de cana-de-açúcar: determinação de álcoois, ésteres e dos íons Li^+ , Ca^{+2} e Mg^{+2} , Cu^{+2} e Hg^{+2} . São Carlos, SP: USP, 1995. 53p.
- BORBA, J.M.M.; PATERSON, M.; MELO, F.A.D. Comportamento industrial de diferentes variedades de cana-de-açúcar cultivadas no Estado de Pernambuco. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, v.106, n.5/6, p.9-14, 1988.

- BOZA, Y.; HORII, S.** A destilação na obtenção de aguardente de cana-de-açúcar. SBCTA, Campinas, SP, v.1, n.33, p.98-105, 1999.
- BRIEGER, F.O.** Início da safra. Como determinar a maturação. **Boletim Informativo Copereste**, Ribeirão Preto, SP, n.4, p.1-3, abr. 1968. Único.
- CARDOSO, M.G.** Análises físico-químicas de aguardente. In: Autor? **Produção artesanal de aguardente**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. p.107-121.
- CARDOSO, M.G.** Caracterização das aguardentes produzidas. In: **MUTTON M.J.R.; MUTTON, M.A. (Coord.). Curso de aguardente de cana: produção e qualidades**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2000.
- CARVALHO, G.J.** Avaliação do potencial forrageiro e industrial de variedades de cana-de-açúcar (ciclo de ano) em diferentes épocas de corte. Lavras, MG. **ESAL**, 1992. 63p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- CASAGRANDE, A.A.** Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar. Jaboticabal: FUNEP, 1991. 151p.
- CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS.** Programa de melhoramento genético da cana-de-açúcar: características de variedades e clones RB. São Carlos, SP: UFSCar, [199-].
- CESAR, M.A.A.** Extração do caldo de cana por moagem. In: **MUTTON, M.J.R.; MUTTON, M.A. (eds).** **Aguardente de cana: produção e qualidade**. Jaboticabal: FUNESP/UNESP, 1992. p.23-35.
- CHAVES, J.B.P.** “Cachaça – produção artesanal de qualidade”. Viçosa: CPT, 1998. 81p. (Manual Técnico)
- CHAVES, J.B.P.; PÓVOA, M.E.B.** A qualidade da aguardente de cana-de-açúcar. In: **MUTTON, M.J.R.; MUTTON, M.A. (eds).** **Aguardente de cana: produção e qualidade**. Jaboticabal: FUNESP/UNESP, 1992. p.93-132.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS – CFMSG.** Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 4ª. aproximação. Lavras, MG, 1989. 176p.
- COOPERATIVA DOS PRODUTORES DE AÇÚCAR E ÁLCOOL NO ESTADO DE SÃO PAULO.** Amostragem e análise de cana-de-açúcar. Piracicaba, SP. 1980. 37p.

- COOPERATIVA DOS PRODUTORES DE AÇÚCAR E ÁLCOOL NO ESTADO DE SÃO PAULO. Características de variedades "SP" recomendados para plantio: Scção: cnsaio dc compctição. Piracicaba, SP. 1995.**
- DANTAS, B.; AMORIM, J.G.; MELO, M.M.; RAMOS, M.S. & REGO, F.P. O teor de fibra das novas variedades de cana-de-açúcar. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, v.3, n.70, p.42-51, set. 1967.**
- FARIA, J.B.A. Influência do cobre na qualidade das aguardentes de cana (Saccharum officinarum). Local: USP/SP. Faculdade de Ciências Farmacêuticas, 1989. (Tese - Doutorado).**
- FERNANDES, A.C. Comportamento agro-industrial de seis variedades de cana-de-açúcar (Saccharum spp.) com e sem fertirrigação. Piracicaba, SP. ESAL0Q, 1982. 82p. (Dissertação – Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).**
- FIALHO, C.J. Identificação de Saccharomyces cerevisiae por técnicas moleculares (PCR e PGGE) em uma fermentação de caldo de cana-de-açúcar. Lavras: UFLA, 2000. 76p. (Dissertação – Mestrado em Microbiologia).**
- GALHIANE, M.S. Análise de aroma em bebidas por cromatografia gasosa de alta resolução. São Carlos: USP. Instituto de Física e Química de São Carlos, 1988. 99p. (Dissertação de Mestrado).**
- GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 4.ed. Piracicaba, SP, 1987. 467p.**
- HOFFMANN, H.P.; FANCELLI, A.L.; MATSUOKA, S.; MASUDA, Y. Contribuição de variedades melhoradas de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, nos últimos cinqüenta anos. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 7., 1999, Paraná. Anais... Paraná, PR, 1999. p.49-53.**
- MAIA, A.B. Componentes secundários da aguardente. STAB, Açúcar, Álcool e Subprodutos, Piracicaba, v.12, n.6, p. 29-34, jul./ago. 1994.**
- MAIA, A.B.; PEREIRA, A.J.G.; SCHWBE, W.K. Segundo Curso de tecnologia para produção de aguardente de qualidade. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG e Fundação Cristiano Otoni, 1994. 65p.**
- MATSUOKA, S. RB 72454: uma variedade de cana-de-açúcar para todo o Brasil. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, v.105, n.4/6, p.8-18, 1987.**

- MAULE, R.F. Comportamento de cultivares de cana-de-açúcar em função do solo e da época de colheita. Piracicaba: ESALQ, 1999. 57p. (Dissertação – Mestrado – Solos e Nutrição de Plantas).**
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. Decreto nº 2314 de 04 de setembro de 1997.**
- MORAES, M.A.F.D. de. A desregulamentação do setor sucroalcooleiro brasileiro. Piracicaba: ESALQ, 1999. 292p. (Tese – Doutorado em Economia Aplicada).**
- MOTA, C.C.; PEPE, I.A.S.; BARBOSA, G.V.S.; CALHEIROS, G.G.; SOUZA, A.J.R. Competição de novas variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) em Alagoas. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 6., 1996, Maceió. Anais... Maceió, AL, 1996. p.245-252.**
- NUNES Jr. D. Variedades de cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. (Coord.). Cana-de-açúcar, cultivo e utilização. Campinas: Fundação Cargil, 1987. v.1, p.187-255.**
- RAIZER, A.J.; SORDI, R.A.; BRAGA JR. R.L. Avaliação de ensaios de competição de variedades colhidas em diferentes épocas de corte durante a safra. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 7., 1999, Paraná, 1999. Anais... Paraná, PR, 1999. p.40-43.**
- REZENDE SOBRINHO, E.A.R. Comportamento de variedades de cana-de-açúcar, em Latossolo Roxo, na Região de Ribeirão Preto, SP. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2000. 85p. (Dissertação – Mestrado em Produção Vegetal).**
- RIBEIRO, J.C.G.M. Fabricação artesanal da cachaça mineira. Belo Horizonte: Ed. Perform, 1997. 162p.**
- RODELLA, A. A. Influência do clima, solo e idade na relação caldo fibra de diferentes variedades de cana. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, v.4, n.84, p.46-51. out. 1974.**
- RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. de. Guia de herbicida. 4.ed. Londrina, PR, 1998. 648p.**
- SALATA, J.C.; ARMENE, J.C.; LORENZETTI, J.M. Influência de épocas de plantio, combinadas com épocas de corte na produtividade de 6 variedades de**

- cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 4., 1987, Olinda. *Anais...* Olinda, PE, 1987. p.206-212.
- SALATA, J.C.; SANTI, E.; BENEDITO, E.; DEMATTÊ, J.L.I. Efeitos do espaçamento na produção da cana-de-açúcar em função de épocas de corte e de variedades na região de Quatá - sudoeste do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 5., 1993, Águas de São Pedro. *Anais... Águas de São Pedro - SP*, 1993. p.25-29.
- SARGENTELLI, V.; MAURO, A.E.; MASSABNI, A.C. Aspectos do metabolismo do cobre no homem. Instituto de Química de Araraquara, SP - UNESP, *Química Nova*, v.19, n.3, 1996.
- SCOTT, A.J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. Raleigh, *Biometrics*, New York, v.30, n.3, p.507-512, set. 1974.
- SILVA, R.A. da; BERTOLUCCI, S.K.V.; CARDOSO, M.G.; OLIVEIRA, A.C.B. de; CARVALHO, R.F.; DIAS, A.K.C.; SILVA, C.F.; PINTO, A.P.S. Avaliação da qualidade das aguardentes não registradas vendidas em estabelecimento comerciais da cidade de Lavras-MG. *Tecno-Lógica UNISC Santa Cruz do Sul*, v.3, n.2, p.9-18, 1999.
- SORDI, R.A.; BRAGA JR. R.S.L.C. Comportamento de variedades de cana-de-açúcar durante a safra, em cana-planta e soca, em relação ao ganho de peso, florescimento e isoporização. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 6., 1996, Maceió. *Anais... Maceió*, 1996. p.238-244.
- STUPIELLO, J.P. A cana-de-açúcar como matéria-prima. In: PARANHOS, S.B. (Coord.) *Cana-de-açúcar: cultivo e utilização*. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.2, p.761-804.
- STUPIELLO, J.P. Produção de aguardente: qualidade da matéria-prima. In: MUTTON, M.J.R.; MUTTON, M.A. (eds). *Aguardente de cana: produção e qualidade*. Jaboticabal: FUNESP/UNESP, 1992. p.9-22.
- STUPIELLO, J.P. Pureza da cana e seu impacto no processamento. *STAB, Açúcar, Alcool e Subprodutos*, Piracicaba, v.18, n.3. p.12, jan./fev. 2000.

VASCONCELOS, A.C.M. Comportamento de clones IAC e variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) nas condições edafoclimáticas das regiões do vale do Paranapanema. Jaboticabal: UNESP, 1998. 108p. (Dissertação – Mestrado em Produção Vegetal).

ANEXOS

TABELA 1A	Resumos das análises de variância para o desdobramento da interação época x variedades para o número de colmos, rendimento de colmos e rendimento de caldo no estudo das variedades de diferentes ciclos de maturação, em três diferentes épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.....	89
TABELA 2A	Resumos das análises de variância para o desdobramento da interação época x variedades para os teores de brix (%) caldo, brix (%) cana e pol (%) cana no estudo das variedades de diferentes ciclos de maturação, em três diferentes épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.....	90
TABELA 3A	Resumos das análises de variância para o desdobramento da interação época x variedades para os teores de fibra (%) cana, pureza (%) cana e açúcar teórico recuperável (ATR) no estudo das variedades de diferentes ciclos de maturação, em três diferentes épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.....	91
TABELA 4A.	Resumos das análises de variância para o desdobramento da interação época x variedades para os rendimentos de aguardente por tonelada e por hectare, no estudo das variedades de diferentes ciclos de maturação, em três diferentes épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.....	92
TABELA 5A.	Resumos das análises de variância para o desdobramento da interação época x variedades para grau alcoólico, álcoois superiores e teor de cobre no estudo de aguardentes das variedades de diferentes ciclos de maturação, em três diferentes épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.....	93
TABELA 6A.	Resumos das análises de variância para o desdobramento da interação época x variedades para aldeído, ésteres e álcoois superiores no estudo de aguardentes das variedades de diferentes ciclos de maturação, em três diferentes épocas de colheita.	

	UFLA, Lavras-MG, 2001.....	94
TABELA 7A.	Resumos das análises de variância para o desdobramento da interação época x variedades para extrato seco, densidade e soma dos componentes secundários no estudo de aguardentes das variedades de diferentes ciclos de maturação, em três diferentes épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.....	95
TABELA 8A	Resumo da análise de variância para número de colmos, por metro linear, rendimento de colmos e rendimento de caldo nos contrastes entre variedades de cana-de-açúcar, em diferentes ciclos de maturação, em diferentes época de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.....	96
TABELA 9A.	Resumo da análise de variância para brix (%) caldo, brix (%) cana e pol (%) cana nos contrastes entre variedades de cana-de-açúcar, em diferentes ciclos de maturação, em diferentes época de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.....	97
TABELA 10 A.	Resumo da análise de variância para fibra (%) cana, pureza (%) cana e açúcar teórico recuperável nos contrastes entre variedades de cana-de-açúcar, em diferentes ciclos de maturação, em diferentes época de colheita. UFLA, Lavras - MG 2001.....	98
TABELA 11 A.	Resumo da análise de variância para rendimento de aguardente, por tonelada de cana, rendimento de aguardente por hectare e grau alcoólico de aguardente nos contrastes entre variedades de cana-de-açúcar, em diferentes ciclos de maturação e aguardente, em diferentes época de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.....	99
TABELA 12 A.	Resumo da análise de variância para acidez volátil, cobre e aldeído quanto aos contrastes entre aguardentes de variedades de cana-de-açúcar, em diferentes ciclos de maturação, em diferentes época de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.....	100

TABELA 13 A.	Resumo da análise de variância para ésteres, álcoois superiores nos contrastes entre aguardente de variedades de cana-de-açúcar, em diferentes ciclos de maturação, em diferentes época de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.....	101
TABELA 14A	Resumo da análise de variância para extrato seco e densidade relativa nos contrastes entre aguardente de variedades de cana-de-açúcar, em diferentes ciclo de maturação e aguardente, em diferentes época de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.....	102

TABELA 1A. Resumos das análises de variância para o desdobramento da interação época x variedades para o número de colmos, rendimento de colmos e rendimento de caldo no estudo das variedades de diferentes ciclos de maturação, em três diferentes épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.

Causas de Variação	GL	Nº. colmos (m linear)	Quadrados Médios	
			Rendimento de colmos (t. ha ⁻¹)	Rendimento de caldo (l. t ⁻¹)
Blocos	2	4,690	18,3116	111,2282
Variedades	6	12,0256*	1511,9837	2601,7602*
Resíduo 1	12	0,5854	82,5614	231,4556
Época / Var.1	2	1,3440	139,0327	4441,9501**
Época / Var.2	2	0,8752	275,3793**	829,1995*
Época / Var.3	2	0,1265	88,1705	2388,1506**
Época / Var.4	2	1,4881*	106,8283	1024,5922*
Época / Var.5	2	0,5747	13,6730	1727,1554**
Época / Var.6	2	2,5285**	288,4163**	843,3287*
Época / Var.7	2	1,8988*	114,7782	1039,8819*
Resíduo 2	28	0,4031	41,6286	213,1570
CV 1 (%)		6,61	10,30	2,79
CV 2 (%)		5,49	7,32	2,67

* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F

TABELA 2A. Resumos das análises de variância para o desdobramento da interação época x variedades para os teores de brix (%) caldo, brix (%) cana e pol (%) cana no estudo das variedades de diferentes ciclos de maturação, em três diferentes épocas de colheita. UFPA, Lavras-MG, 2001.

Causas de Variação		GL	Brix (%) caldo	Brix (%) cana	Pol (%) cana
Quadrados Médios					
Blocos		2	0,8858	0,0220	0,1360
Variedades		6	9,1164**	10,5409**	14,9771**
Resíduo 1		12	0,1640	0,4723	0,1349
Época / Var.1		2	12,8678**	7,8977**	10,3491**
Época / Var.2		2	10,5278**	8,1001**	9,9369**
Época / Var.3		2	6,5833**	4,6197**	11,2813**
Época / Var.4		2	4,2433**	7,7304**	7,4640**
Época / Var.5		2	3,0100**	1,4785*	3,6744**
Época / Var.6		2	3,4275**	3,8251**	2,9111**
Época / Var.7		2	2,4825**	4,1760**	1,8732**
Resíduo 2		28	0,1279	0,3917	0,1772
CV 1 (%)			1,92	3,71	2,31
CV 2 (%)			1,70	3,38	2,65

* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.
 ** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 3A. Resumos das análises de variância para o desdobramento da interação época x variedades para os teores de fibra (%) cana, pureza (%) cana e açúcar teórico recuperável (ATR) no estudo das variedades de diferentes ciclos de maturação, em três diferentes épocas de colheita. UFPA, Lavras-MG, 2001.

Quadrados Médios				
Causas de Variação	GL	Fibra (%) cana	Pureza (%) cana	ATR (kg . t ⁻¹)
Blocos	2	1,4824	2,4279	34,5624
Variedades	6	10,0604**	172,8051**	1190,2293**
Resíduo I	12	0,2497	1,5844	14,5039
Época / Var.1	2	3,1558**	29,2153**	1001,6912**
Época / Var.2	2	4,0357**	26,9675**	666,4212**
Época / Var.3	2	0,3470	86,6347**	755,9502**
Época / Var.4	2	3,8538**	47,2685**	505,0860**
Época / Var.5	2	2,1582**	35,5786**	262,8344**
Época / Var.6	2	1,0000	4,3411	697,1584**
Época / Var.7	2	0,7203	9,5750	686,6275**
Resíduo 2	28	0,3898	3,4123	16,7067
CV 1 (%)	4,25		1,46	2,21
CV 2 (%)	5,31		2,15	2,37

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 4A. Resumos das análises de variância para o desdobramento da interação época x variedades para os rendimentos de aguardente, por tonelada e por hectare no estudo das variedades de diferentes ciclos de maturação, em três diferentes épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios	
		Rendimento de aguardente 1. t ⁻¹)	Rendimento de aguardente (1. ha ⁻¹)
Blocos	2	50,5897	596133,583692
Variedades	6	142,6891	9348283,9489**
Resíduo 1	12	32,1809	561479,0456
Época / Var.1	2	34,4972	36401,6557
Época / Var.2	2	153,3520*	1916109,0810*
Época / Var.3	2	210,2665*	2485626,2887*
Época / Var.4	2	137,4421	835851,6553
Época / Var.5	2	125,7744	784051,1113
Época / Var.6	2	195,8151*	6602785,8619**
Época / Var.7	2	89,4924	3215694,8454**
Resíduo 2	28	44,5778	529130,3853
CV 1 (%)		9,73	14,42
CV 2 (%)		11,45	14,00

* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F.

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 5A. Resumos das análises de variância para o desdobramento da interação época x variedades para grau alcoólico, álcoois superiores e teor de cobre no estudo de aguardentes das variedades de diferentes ciclos de maturação, em três diferentes épocas de colheita. UFPA, Lavras-MG, 2001.

Causas de Variação	GL	Grav alcoólico (% v/v)	Quadrados Médios Álcoois voláteis (mg/100 ml de AA)	Cobre (mg . l ⁻¹)
Blocos	2	5,5040	12,6819	0,0993
Variedades	6	47,7950**	706,7414**	41,8228**
Resíduo 1	12	2,0272	89,6435	1,2214
Época / Var.1	2	96,7778**	256,9815*	1,7972
Época / Var.2	2	66,6945**	471,7262**	5,0235*
Época / Var.3	2	143,3611**	360,7912**	2,4249
Época / Var.4	2	65,4444**	1671,9942**	4,5195*
Época / Var.5	2	59,1111**	2330,6168**	61,0869**
Época / Var.6	2	0,7500	178,4274*	42,8088**
Época / Var.7	2	1,6944	231,5035*	72,7804**
Resíduo 2	28	2,6667	49,2938	1,1919
CV 1 (%)		3,16	22,37	26,13
CV 2 (%)		3,63	16,59	25,81

* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Obs.: (AA) – Álcool anidro

TABELA 6A. Resumos das análises de variância para o desdobramento da interação época x variedades para aldeído, ésteres e álcoois superiores no estudo de aguardentes das variedades de diferentes ciclos de maturação, em três diferentes épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios		
		Aldeído (mg/100 ml de AA)	Ésteres (mg/100 ml de AA)	Álcoois Superiores (mg/100 ml de AA)
Blocos	2	73,517668	7,5755	1145,2499
Variedades	6	583,197840**	291,2218**	1702,0185
Resíduo 1	12	120,605007	6,1854	1191,2859
Época / Var.1	2	45,880833	2,0941	2278,1196*
Época / Var.2	2	24,270811	53,7254*	2653,7481*
Época / Var.3	2	389,456233	6,7485	545,9781
Época / Var.4	2	246,774878	29,8183	6124,6453**
Época / Var.5	2	331,941911	37,9951	2323,6869*
Época / Var.6	2	932,711478**	235,3536*	5348,8051**
Época / Var.7	2	348,376933	162,6425*	5532,1768**
Resíduo 2	28	143,287911	14,8911	572,1576
CV 1 (%)		53,98	9,98	20,21
CV 2 (%)		58,84	15,49	14,01

* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 7A. Resumos das análises de variância para o desdobramento da interação época x variedades para extrato seco e densidade relativa no estudo de aguardentes das variedades de diferentes ciclos de maturação, em três diferentes épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.

Causas de Variação	GL	Quadrado Médios	
		Extrato seco (g . l ⁻¹)	Densidade (g . l ⁻¹)
Blocos	2	0,0035	0,00002
Variedades	6	0,0183	0,00018**
Resíduo 1	12	0,0182	0,000007
Época / Var.1	2	0,0331	0,000371**
Época / Var.2	2	0,0495	0,000244**
Época / Var.3	2	0,0005	0,000524**
Época / Var.4	2	0,0017	0,000215**
Época / Var.5	2	0,0226	0,000187**
Época / Var.6	2	0,0004	0,000003
Época / Var.7	2	0,0004	0,000009
Resíduo 2	28	0,0157	0,000011
CV 1 (%)		124,12	0,29
CV 2 (%)		115,33	0,36

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 8A. Resumo da análise de variância para número de colmos, por metro linear, rendimento de colmos e rendimento de caldo nos contrastes entre variedades de cana-de-açúcar, em diferentes ciclos de maturação, em diferentes épocas de colheita. UFPA, Lavras-MG, 2001.

Quadrados Médios			Causas de		
Rendimento de	Rendimento de colmos	Rendimento de caldo (l.t ⁻¹)	GL	Nº de colmos	Variação
(t.ha ⁻¹)	(t.ha ⁻¹)	(m linear)			
1812,0388**	206,2721	9,2008**	1	1	E1
200,3348	63,8308	17,7848**	1	1	E2
59,7873	55,8150	23,3248**	1	1	E3
7582,8150**	434,6908**	0,3128	1	1	E1
2680,5521**	159,1350	1,8704	1	1	E2
3815,7860**	425,8837**	0,8363	1	1	E3
5,3573	175,6563	2,0335*	1	1	E1
955,7192*	0,0648	4,8984**	1	1	E2
279,0309	2,5312	6,7712**	1	1	E3
108,4600	262,4171*	2,3563*	1	1	E1
242,0620	370,5204*	1,7821	1	1	E2
2,8981	99,9600	2,9963*	1	1	E3
(39)219,2562	(34) 55,2728	(37) 0,4639			Erro combinado
					V6 versus V7
					V3
					(V4+V5)
					V4 versus V5
					V1 versus V2

* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Obs.: Números entre parênteses relativo ao grau de liberdade do erro combinado dos respectivos parâmetros.

TABELA 9A. Resumo da análise de variância para brix (%) caldo, brix (%) cana e pol (%) cana nos contrastes entre variedades de cana-de-açúcar, em diferentes ciclos de maturação, em diferentes épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.

Causas de Variação	GL	Brix (%) caldo	Quadrado Médios	
			Brix (%) cana	Pol (%) cana
V1 versus V2	E1	1	0,1667	0,0580
	E2	1	0,4267	0,0486
	E3	1	0,0267	0,0661
V4 versus V5	E1	1	0,1667	0,0013
	E2	1	0,0417	0,0504
	E3	1	0,3750	9,3750**
(V4+V5) versus V3	E1	1	0,3755	0,9384
	E2	1	0,2005	0,1073
	E3	1	0,0939	1,6320
V6 versus V7	E1	1	2,9400**	2,3437*
	E2	1	1,3537**	1,2150
	E3	1	2,9400**	3,6348**
Erro combinado		(38)	0,1399	(39) 0,4185
				(40) 0,1631

* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Obs.: Números entre parênteses relativo ao grau de liberdade do erro combinado dos respectivos parâmetros.

TABELA 10A. Resumo da análise de variância para fibra (%) cana, pureza (%) cana e açúcar teórico recuperável nos contrastes entre variedades de cana-de-açúcar, em diferentes ciclos de maturação, em diferentes épocas de colheita. UFPA, Lavras-MG, 2001.

Causas de Variação	GL	Fibra (%) cana	Pureza (%) cana	Quadrados Médios	ATR (kg . t ⁻¹)	
					Quadrados Médios	ATR (kg . t ⁻¹)
VI versus V2	E1	1	0,5891	3,7763	1,4308	15,9724
	E2	1	3,0960**	0,1980	23,5620	103,3350*
	E3	1	0,3037	5,6260	52,3331	296,1037**
V4 versus V5	E1	1	3,8081**	4,0017	44,4993	272,5656**
	E2	1	3,0388**	1,5504	24,9696	103,3350*
	E3	1	7,3041**	10,4808	44,4993	296,1037**
(V4+V5) versus V3	E1	1	4,4800**	16,5888*	125,9813**	272,5656**
	E2	1	0,0787	0,0076	24,9689	103,3350*
	E3	1	10,2453**	0,3444	3,3800	296,1037**
V6 versus V7	E1	1	0,0008	0,9600	272,5656**	272,5656**
	E2	1	0,1148	0,0160	103,3350*	103,3350*
	E3	1	2,7880**	0,3750	296,1037**	296,1037**
Erro combinado		(39)	0,3431	2,8031	(40)	15,9724

* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Obs.: Números entre parênteses relativo ao grau de liberdade do erro combinado dos respectivos parâmetros.

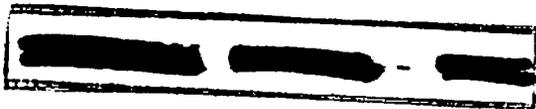


TABELA 11A. Resumo da análise de variância para rendimento de aguardente, por tonelada de cana, rendimento de aguardente por hectare e grau alcoólico de aguardente nos contrastes entre variedades de cana-de-açúcar, em diferentes ciclos de maturação e aguardente, em diferentes época de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.

Causas de Variação	GL	Quadrado Médios			
		Rendimento de aguardente (l. t ⁻¹)	Rendimento de aguardente (l. ha ⁻¹)	Grau alcoólico (% v/v)	
V1 versus V2	E1	1	98,3340	2030831,0817	4,1667
	E2	1	78,0844	46532,6653	7,0417
	E3	1	7,1941	29701,7704	6,0000
V4 versus V5	E1	1	114,7563	4295869,7041**	0,1667
	E2	1	195,1681*	3860763,9936*	1,5000
	E3	1	88,7811	4444740,8704**	0,6667
(V4+V5) versus V3	E1	1	17,8403	1136876,1787	34,7222**
	E2	1	3,3973	8404,1291	2,7222
	E3	1	1,8050	3033,9453	0,5000
V6 versus V7	E1	1	5,3771	614553,6096	0,3750
	E2	1	0,6868	1197343,6160	0,1667
	E3	1	31,1904	2251,9563	3,3750
Erro combinado		(40)	40,4455	(40)539913,2721	(40) 2,4535

* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F

Obs.: Números entre parênteses relativo ao grau de liberdade do erro combinado dos respectivos parâmetros.

TABELA 12A. Resumo da análise de variância para acidez volátil, cobre e aldeído nos contrastes entre agurantes de variedades de cana-de-açúcar, em diferentes ciclos de maturação, em diferentes épocas de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.

Quadrados Médios			Causas de Variação		
Aldeído (mg/100 ml de AA)	Cobre (mg/100 ml de AA)	Acidez volátil (mg/100ml de AA)	GL		
3,6973	1,9267	192,7800	1	E1	V1 versus V2
0,6868	6,2833*	116,1600	1	E2	
36,7537	0,7280	12,2694	1	E3	
355,1242	0,5340	160,0633	1	E1	V4 versus V5
305,4493	33,8913**	169,9208	1	E2	
445,6540	8,4491*	16,1704	1	E3	
243,9104	0,8320	2041,3920**	1	E1	(V4+V5) versus V3
179,6776	52,5654**	204,2220	1	E2	
207,4684	0,2640	18,7884	1	E3	
1036,2204**	76,6123**	252,2017	1	E1	V6 versus V7
124,7616	41,8176**	194,7121	1	E2	
325,7540	113,0136**	39,3728	1	E3	
(40)135,7269	(40) 1,2018	(35) 62,7437			Erro combinado

* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.
 ** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.
 Obs.: Números entre parênteses relativo ao grau de liberdade do erro combinado dos respectivos parâmetros.

TABELA 13A. Resumo da análise de variância para ésteres, álcoois superiores nos contrastes entre aguardente de variedades de cana-de-açúcar, em diferentes ciclos de maturação, em diferentes época de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios		
		Ésteres (mg /100 ml de AA)	Álcoois superiores (mg /100 ml de AA)	
V1 versus V2	E1	1	17,3060	553,3441
	E2	1	35,0900	8929,7268**
	E3	1	8,4728	826,2613
V4 versus V5	E1	1	0,0468	0,2481
	E2	1	0,8588	19,5121
	E3	1	0,0840	1423,8841
(V4+V5) versus V3	E1	1	3,0012	434,7317
	E2	1	46,3043	337,1339
	E3	1	8,9183	1727,3483
V6 versus V7	E1	1	151,8054**	9193,2033**
	E2	1	20,3136	2102,6304
	E3	1	45,7608	8748,5653**
Erro combinado		(37)	11,9892	(33)778,5336

* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Obs.: Números entre parênteses relativo ao grau de liberdade do erro combinado dos respectivos parâmetros.

TABELA 14A. Resumo da análise de variância para extrato seco e densidade relativa nos contrastes entre aguardente de variedades de cana-de-açúcar, em diferentes ciclos de maturação e aguardente, em diferentes época de colheita. UFLA, Lavras-MG, 2001.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios		
		Extrato seco (g . l ⁻¹)	Densidade (20°C) (g . l ⁻¹)	
V1 versus V2	E1	1	0,0003	0,000013
	E2	1	0,0003	0,000017
	E3	1	0,0011	0,000027
V4 versus V5	E1	1	0,0170	0,000001
	E2	1	0,0010	0,000005
	E3	1	0,0011	0,000004
(V4+V5) versus V3	E1	1	0,0227	0,000146**
	E2	1	0,0128	0,000009
	E3	1	0,0003	0,000004
V6 versus V7	E1	1	0,0006	0,000001
	E2	1	0,0024	0,000001
	E3	1	0,0001	0,000009
Erro combinado		(39)	0,0165	(39) 0,000010

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Obs.: Os números entre parênteses são relativos aos graus de liberdade do erros combinados dos respectivos parâmetros.