



**LUCIANE REIS SALES**

**SELEÇÃO DE CULTIVARES DE CANA-DE-  
AÇÚCAR POTENCIAIS PARA A PRODUÇÃO  
DE CACHAÇA ARTESANAL**

**LAVRAS - MG**

**2013**

**LUCIANE REIS SALES**

**SELEÇÃO DE CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR POTENCIAIS  
PARA A PRODUÇÃO DE CACHAÇA ARTESANAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

**Orientador**

Dr. Adriano Teodoro Bruzi

**Coorientadores**

Dr. Luiz Antônio de Bastos Andrade

Dr. José Airton Rodrigues Nunes

**LAVRAS - MG**

**2013**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca da UFLA**

Sales, Luciane Reis.

Seleção de cultivares de cana-de-açúcar potenciais para a  
produção de cachaça artesanal / Luciane Reis Sales. – Lavras :  
UFLA, 2013.

58 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Adriano Teodoro Bruzi.

Bibliografia.

1. *Saccharum* spp. 2. Cachaça. 3. Produtividade. 4. Índice de  
seleção. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 633.6123

**LUCIANE REIS SALES**

**SELEÇÃO DE CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR POTENCIAIS  
PARA A PRODUÇÃO DE CACHAÇA ARTESANAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 09 de julho de 2013

|                                 |      |
|---------------------------------|------|
| Dr. Ivan Antônio dos Anjos      | IAC  |
| Dra. Luciane Vilela Resende     | UFLA |
| Dr. José Airton Rodrigues Nunes | UFLA |

Dr. Adriano Teodoro Bruzi

**Orientador**

**LAVRAS - MG**

**2013**

*Ao meu pai Antônio, que infinitamente permanece ao meu lado em todos os momentos e decisões, ensinando-me a crescer profissionalmente e como pessoa, sendo exemplo de caráter, honestidade e profissionalismo a ser seguido em todos os meus passos.*

*À minha mãe Nirlane, pelo amor incondicional, fé e amizade.*

*Ao meu namorado Renzo pelo apoio e companheirismo.*

*À minha irmã Flávia pelas distrações constantes e necessárias.*

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Agricultura (DAG), pela oportunidade concedida para realização do mestrado.

À empresa Bocaina Agroindústria e Comércio de Cachaça Ltda pela concessão de suas estruturas para instalação e condução do experimento de campo.

Ao Centro Avançado da Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Cana - IAC/Apta pela realização das análises tecnológicas da cana-de-açúcar.

Aos professores do Departamento de Agricultura da UFLA, pelos ensinamentos transmitidos.

Ao professor Dr. Adriano Teodoro Bruzi pela orientação, paciência, amizade, dedicação e seus ensinamentos que foram de grande relevância para a realização deste trabalho.

Aos professores Dr. Luiz Antônio de Bastos Andrade e Dr. José Airton Rodrigues Nunes pela coorientação, ensinamentos que foram valiosos para realização deste trabalho.

Aos amigos Luis Eduardo, Marcos, Alexandre, Paula, Gabrielle e Elisa, pela preciosa ajuda na condução e avaliação dos experimentos.

## RESUMO

A obtenção de cultivares de cana-de-açúcar adaptadas às variações de clima, solos e manejo e com bom desempenho agrícola visando à produção de cachaça é de suma importância para atender as necessidades da cadeia produtiva. Em função do exposto objetivou-se avaliar cultivares potenciais de cana-de-açúcar quanto ao potencial produtivo para produção de cachaça. O experimento foi conduzido no município de Lavras/MG no campo de produção de cana-de-açúcar da empresa Bocaina Agroindústria e Comércio de Cachaça Ltda. Foram avaliados 16 cultivares de diferentes instituições recomendadas para a indústria sucroalcooleira de diferentes origens. O experimento foi conduzido no delineamento experimental em látice quádruplo 4 x 4. Cada parcela constituía-se por três sulcos de 5,0 m lineares, espaçados de 1,30 m. As características avaliadas foram número médio de colmos (NC), diâmetro médio de colmo (DC), altura média do colmo (AC), massa média de colmos (MMC) e toneladas de cana por hectare (TCH). Para obtenção dos dados referentes às características tecnológicas determinou-se açúcar total recuperável (ATR), porcentagem de sacarose da cana (pol % cana), porcentagem de matéria insolúvel em água contida na cana (fibra % cana), porcentagem aparente de sólidos solúveis contidos no caldo extraído da cana (Brix % caldo), pureza aparente e toneladas de pol por hectare (TPH). A colheita foi realizada aos 11 meses de idade da planta, e todos os caracteres avaliados, exceto para TCH, foram utilizadas amostras de 10 colmos, ao acaso, na fileira central. Para TCH, colheu-se todas as plantas da fileira central. As análises de variância foram realizadas com o aporte do pacote estatístico Statistical Analysis System (SAS, 1999). A partir das médias fenotípicas ajustadas dos clones realizou-se o agrupamento pelo teste de Scott-Knott (1974) em nível de 5% de significância. A associação entre os caracteres analisados foi avaliada pelas estimativas das correlações fenotípicas. Para a seleção simultânea envolvendo os caracteres toneladas de cana por hectare (TCH), porcentagem de sacarose da cana (pol % cana), porcentagem de matéria insolúvel em água contida na cana (fibra % cana) e açúcar total recuperável (ATR), adotou-se Índice de Mulamba e Mock (1978). Concluiu-se que os clones potenciais de cana-de-açúcar que apresentaram características desejáveis para a produção de cachaça artesanal de são SP89-1115, RB92-5211 e CTC9.

**Palavras-chave:** Saccharum spp.. Cachaça. Produtividade. Índice de Seleção.

## ABSTRACT

Obtaining elite clones better adapted to variations of climate, soils and management practices with good agronomic performance, with a view toward cachaça (distilled sugarcane alcohol) production is of greatest importance to meet the needs of the productive chain. As a result of this, the aim was to select promising elite clones of sugarcane in regard to productive potential for cachaça production. The experiment was conducted in the municipality of Lavras, MG in a sugarcane production field of the company Bocaina Agroindústria e Comércio de Cachaça Ltda. Sixteen elite clones of different origins recommended for the sugar-alcohol industry were evaluated. A quadruple lattice 4 x 4 experimental design was used. Each plot consisted of three rows of 5.0 linear m, spaced at 1.30 m. The agronomic traits evaluated were mean number of stalks (NC), mean stalk diameter (DC), mean stalk height (AC), mean stalk weight (MMC) and tons of sugarcane per hectare (TCH). To obtain data in regard to technological characteristics, the following were determined: total recoverable sugar (ATR), sugarcane sucrose percentage (pol % cana), percentage of water insoluble material contained in the sugarcane (fibra % cana), apparent percentage of soluble solids contained in the extracted sugarcane juice (Brix % caldo), apparent purity and tons of pol per hectare (TPH). Harvest was performed at 11 months of age of the plant, and for all the traits evaluated, except for TCH, samples of 10 stalks were used, at random, from the center row. For TCH, all the plants from the center row were collected. Analyses of variance were carried out through the contribution of the statistical package Statistical Analysis System (SAS, 1999). With the adjusted phenotypic mean values of the clones in hand, clustering was undertaken by the Scott-Knott (1974) test at a 5% level of significance. The association among the traits analyzed was evaluated by means of analyses of phenotypic correlations. For simultaneous selection involving the traits of tons of sugarcane per hectare (TCH), sugarcane sucrose percentage (pol % cana), percentage of water insoluble material contained in the sugarcane (fibra % cana) and total recoverable sugar (ATR), the principle of the Selection Index of Mulamba e Mock (1978) was adopted. We concluded that the potential sugarcane clones that exhibited desirable characteristics for craft brewing of cachaça are SP89-1115, RB92-5211 and CTC9.

**Keywords:** Saccharum spp.. Cachaça. Yield. Selection Index.



## LISTA DE TABELAS

|          |  |    |
|----------|--|----|
| Tabela 1 | Relação das cultivares avaliadas no experimento.....   | 26 |
| Tabela 2 | Resumo da análise de variância para os caracteres Teor de Sólidos Solúveis (Brix % caldo), Porcentagem de Sacarose (Pol % cana), Porcentagem de Matéria Insolúvel em Água Contida na Cana (Fibra % cana), Açúcar Total Recuperável (ATR), Pureza Aparente (% cana), Número Médio de Colmos (NC), Diâmetro Médio de Colmos (DC), Altura Média de Colmos (AC), Massa Média de Colmos (MMC), Tonelada de Pol por Hectare (TPH) e Toneladas de Cana por Hectare (TCH), referente a avaliação de cultivares de cana-de-açúcar, Lavras – MG, 2013..... | 35 |
| Tabela 3 | Médias fenotípicas ajustadas para os caracteres Teor de Sólidos Solúveis (Brix % caldo), Porcentagem de Sacarose (Pol % cana), Porcentagem de Matéria Insolúvel em Água Contida na Cana (Fibra % cana), Açúcar Total Recuperável (ATR), Pureza Aparente (% cana), Número Médio de Colmos (NC), Diâmetro Médio de Colmos (DC), Tonelada de Pol por Hectare (TPH) e Toneladas de Cana por Hectare (TCH), referente à avaliação de cultivares de cana-de-açúcar, Lavras – MG, 2013.....   | 36 |
| Tabela 4 | Correlações fenotípica (rfxy) entre caracteres para os caracteres Teor de Sólidos Solúveis (Brix % caldo), Porcentagem de Sacarose (Pol % cana), Porcentagem de Matéria Insolúvel em Água Contida na Cana (Fibra % cana), Açúcar Total Recuperável (ATR), Pureza Aparente (% cana), Número Médio de Colmos (NC), Diâmetro Médio de Colmos (DC), Tonelada de Pol por Hectare (TPH) e Toneladas de Cana por Hectare (TCH), referente a avaliação de cultivares de cana-de-açúcar, Lavras – MG, 2013.....   | 41 |
| Tabela 5 | Índice de Soma de Postos (Mulamba e Mock, 1978) para os caracteres Tonelada de Cana por Hectare (TCH), Porcentagem de Sacarose na Cana (Pol % cana), Porcentagem de Matéria Insolúvel em Água Contida na Cana (Fibra % cana), Açúcar Total Recuperável (ATR), referente a avaliação de cultivares de cana-de-açúcar, Lavras – MG, 2013.....  | 43 |

## SUMÁRIO

|              |   |    |
|--------------|---|----|
| <b>1</b>     | <b>INTRODUÇÃO</b> .....   | 10 |
| <b>2</b>     | <b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....  | 13 |
| <b>2.1</b>   | <b>Caracterização do Agronegócio Cachaça Artesanal</b> .....                        | 13 |
| <b>2.2</b>   | <b>Cana-de-açúcar para produção de cachaça</b> .....                                | 14 |
| <b>2.3</b>   | <b>Etapas para seleção de cultivares em espécies de propagação vegetativa</b> ..... | 15 |
| <b>2.4</b>   | <b>Seleção Simultânea para Várias Características</b> .....                         | 18 |
| <b>2.4.1</b> | <b>Como proceder ao melhoramento para vários caracteres simultaneamente</b> .....   | 21 |
| <b>3</b>     | <b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....   | 25 |
| <b>3.1</b>   | <b>Local de condução do experimento</b> .....                                       | 25 |
| <b>3.2</b>   | <b>Cultivares avaliadas</b> .....   | 25 |
| <b>3.3</b>   | <b>Avaliação e seleção de cultivares potenciais</b> .....                           | 26 |
| <b>3.4</b>   | <b>Análise estatística dos dados fenotípicos</b> .....                              | 30 |
| <b>4</b>     | <b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....  | 33 |
| <b>5</b>     | <b>CONCLUSÕES</b> .....   | 46 |
|              | <b>REFERÊNCIAS</b> .....  | 47 |
|              | <b>APÊNDICE</b> .....   | 54 |
|              | <b>ANEXOS</b> .....   | 56 |

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) reveste-se, atualmente, de grande importância socioeconômica, visto ser utilizada como matéria-prima para as agroindústrias do açúcar, etanol, aguardente e cachaça de alambique, representando para o nosso país uma fonte de grande geração de empregos e renda no meio rural. Atualmente, o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com área plantada de 8.530 milhões de hectares e produção estimada de 597 milhões de toneladas de colmos industrializáveis para a safra 2012/2013 (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2012).

A produção de cachaça no Brasil é uma atividade desenvolvida em praticamente quase todo território nacional desde a era colonial. No Estado de Minas Gerais, além da produção de etanol e açúcar, o agronegócio da cachaça de alambique é de grande destaque nacional. Com o apoio dos órgãos de fomento, pesquisa e associações de produtores, o setor empenha-se na divulgação e valorização da cachaça mineira, que vem ocupando espaço nas adegas da elite brasileira, sendo inclusive reconhecida mundialmente como bebida exclusiva do Brasil. Orientar e acrescentar conhecimentos ao produtor de cachaça para obter uma bebida padronizada, de paladar agradável e de comprovada qualidade físico-química é de fundamental importância para os empreendedores no agronegócio cachaça. Atualmente esta atividade propicia uma renda anual estimada de 1,5 bilhões de reais, gerando direta e indiretamente cerca de 240 mil empregos, especialmente na agricultura familiar, com produção de 230 milhões de litros/safra (SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DE MINAS GERAIS - SEBRAE, 2002).

Não obstante à multiplicidade de produtos gerados a partir da exploração da cultura da cana-de-açúcar, os programas de melhoramento das empresas públicas e privadas têm dado maior ênfase na obtenção de cultivares para a

produção de etanol e açúcar, atendendo às usinas sucroalcooleiras, que buscam maior eficiência e rentabilidade, mas nem sempre atendendo satisfatoriamente ao produtor de cachaça de alambique.

Para a produção de cachaça opta-se por cultivares com alta produtividade de cana por hectares (TCH), alto teor de sacarose (pol % cana), baixo teor de fibra (fibra % cana) e alto teor de açúcar total recuperável (ATR).

Muito embora esses caracteres mencionados anteriormente, bem como características agronômicas e morfológicas sejam comumente avaliadas nos programas de melhoramento de cana-de-açúcar objetivando a seleção de cultivares superiores destinadas à indústria sucroenergética, em se tratando da seleção praticada para o teor de fibra não há uma perfeita consonância. Para os programas de melhoramento destinados a açúcar e etanol, uma prática comumente realizada é o descarte das cultivares com características indesejáveis enfatizando o teor de fibra abaixo de 11% (MARQUES et al., 2008). Para a produção de cachaça artesanal clones que possuam teores baixos de fibra são desejáveis.

É comumente apregoado pela maioria dos melhoristas de que cultivares obtidas nos programas de melhoramento, por apresentarem elevada performance média, isto é, alta frequência de alelos favoráveis já fixados pela seleção, é uma estratégia promissora. A seleção para vários caracteres é um dos grandes desafios para os melhoristas, e a partir dos índices de seleção uma série de fenótipos favoráveis pode ser reunida em uma única cultivar, no entanto, os programas de melhoramento dão maior ênfase na obtenção de cultivares para atender à produção de açúcar e etanol.

Considerando-se que as cultivares potenciais apresentem elevado desempenho produtivo e que há consonância entre vários caracteres tecnológicos quando se avalia cultivares para produção de etanol, açúcar e cachaça artesanal, fica evidente que a avaliação de cultivares recomendadas para indústria

sucroenergética em sistema de produção de cachaça artesanal é uma estratégia oportuna, visando à identificação de genótipos superiores para este âmbito. Sendo assim, objetivou-se com este trabalho selecionar clones elite promissores de cana-de-açúcar visando à produção de cachaça artesanal.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Caracterização do Agronegócio Cachaça Artesanal**

Cachaça é denominação típica e exclusiva da aguardente de cana produzida no Brasil, com graduação alcoólica de trinta e oito a quarenta e oito por cento em volume, a vinte graus Celsius, obtida pela destilação do mosto fermentado de cana-de-açúcar com características sensoriais peculiares, podendo ser adicionada de açúcares até seis gramas por litro, expressos em sacarose. Estima-se que o mercado nacional seja formado por cerca de 30 mil produtores, responsáveis por mais de 4 mil marcas existentes gerando mais de 600 mil empregos diretos e a partir do levantamento de dados junto a várias instituições, pode-se concluir que o mercado nacional de cachaça produza cerca de 1,4 bilhões de litro/ano. A produção de cachaça de alambique em Minas Gerais tem importante papel na economia, sendo o principal estado produtor de Cachaça de Alambique do país (SEBRAE, 2008).

Ranqueada como a segunda bebida mais vendida no Brasil, perdendo somente para a cerveja, a cachaça ocupa o terceiro lugar dos destilados mais consumidos no mundo. É uma bebida tipicamente brasileira, exótica, e conquista diariamente o mercado externo (ESTANISLAU et al., 2002).

Atualmente, o estado de Minas Gerais conta com cerca de 8.500 alambiques, sendo somente 600 marcas registradas no Ministério da Agricultura (SEBRAE, 2011).

No entanto, o produtor de cachaça artesanal em Minas Gerais é representado por empresas familiares, cuja grande maioria complementa suas rendas com a produção da bebida, principalmente nas entressafras agrícolas de milho, feijão, café e leite (SEBRAE, 2002). Estes têm enfrentado grandes problemas estruturais, institucionais e tecnológicos. Na área agrícola, por

exemplo, depara-se com duas realidades bem distintas: de um lado a cultura da cana-de-açúcar para produção de açúcar e etanol, altamente tecnificada, que avança para novas regiões produtoras do País, e de outro lado o cultivo para produção de cachaça, envolvendo pequenos produtores pouco tecnificados (ANDRADE e CARDOSO, 2010).

De acordo com SEBRAE (2002), a baixa produtividade resultante do manejo inadequado e/ou do uso de variedades de cana-de-açúcar há muito tempo cultivadas, com sérios problemas de degenerescência varietal e, muitas vezes, não compatíveis ao solo e clima da região onde são cultivadas têm sido problemas destaques para os produtores de cachaça artesanal preconizando a necessidade de pesquisas para melhorias no agronegócio cachaça.

## **2.2 Cana-de-açúcar para produção de cachaça**

Para se obter sucesso na produção de cachaça é necessário que se atenda toda cadeia produtiva, com importante destaque para produção de matéria-prima de qualidade, sendo a cultivar um dos fatores mais importante e de menor custo para o produtor (ANDRADE e CARDOSO, 2010).

Não existem trabalhos de melhoramento visando à obtenção de cultivares de cana destinadas exclusivamente à produção de cachaça. O que se faz é uma seleção dentre as cultivares destinadas à produção de açúcar e etanol, daquelas que sejam adequadas também para a produção de cachaça. Por meio de estudos de melhoramento genético não seria possível reunir em uma só cultivar todas as características desejáveis para o fornecimento de matéria-prima para a produção de cachaça. Contudo, certas características fazem-se necessárias como o máximo de produtividade em colmo e sacarose, rápido desenvolvimento inicial, bom fechamento das entrelinhas, boa brotação de soqueira, colmos com diâmetro médio e uniforme, despalha espontânea ou fácil, resistência a

tombamento, ausência de joçal e principalmente o teor de fibra mais baixo. Essa última característica é primordial que não seja esquecida, já que, nos pequenos alambiques, normalmente são utilizadas moendas simples, com baixa capacidade de extração de caldo, situação que se diferencia da indústria e das seleções de variedades para produção de açúcar e etanol, pois no próprio processo de seleção, durante o melhoramento, as cultivares com teor de fibra abaixo de 11% e outras características indesejáveis são descartadas (OLIVEIRA et al., 2009).

### **2.3 Etapas para a seleção de cultivares em espécies de propagação vegetativa**

Segundo Souza Júnior (1995), a distribuição dos dados de um caráter quantitativo ajusta-se a uma distribuição normal (Anexo A). Para o caráter de tonelagem de cana por hectare (TCH), por exemplo, geralmente estes dados se referem às médias dos tratamentos que foram avaliados em experimentos com repetições em diversos locais e/ou condições de ambiente. Assim, essas médias, que são valores fenotípicos, aproximam-se dos respectivos valores genotípicos e as variações das interações dos genótipos com ambientes são diminuídas devido ao uso de repetições e avaliações. Portanto, considera-se que a distribuição dos valores médios fenotípicos representados no Anexo A refere-se, também, à distribuição dos valores genotípicos.

Em programas de melhoramento genético a geração de variabilidade se perfaz através dos cruzamentos, propiciando a formação de populações segregantes. As populações geradas passam por seleções individuais para os caracteres de alta herdabilidade, descartando-se as plantas em que esses caracteres estão abaixo dos níveis mínimos exigidos. Geralmente, nesta fase, têm-se milhares de plantas, e aquelas selecionadas são clonadas para iniciar a avaliação em experimentos com repetições. Inicialmente, têm-se muitos



genótipos e pouco material de cada genótipo e, devido a isso, utilizam-se parcelas pequenas com poucas repetições e em geral apenas um local. A precisão experimental é baixa e não permite que a taxa de seleção seja reduzida, tendo-se na realidade apenas descarte de genótipos inferiores. À medida que o número de entradas (genótipos) diminui gradativamente com as etapas de seleção, aumenta-se de forma gradativa o número de repetições e o número de locais em avaliação e, também, utiliza-se parcelas maiores. Assim, aos poucos, aumenta-se a precisão experimental e conseqüentemente se diminui a taxa de seleção em cada etapa de avaliação. Nas avaliações finais têm-se poucos genótipos, as parcelas são maiores, o número de locais são elevados de forma que a precisão experimental é alta o suficiente para permitir identificar e selecionar “o genótipo superior” (SOUZA JÚNIOR, 1989).

A seleção, portanto, é praticada em etapas, de forma que à medida que aumenta a quantidade de repetições por genótipo, aumenta a precisão experimental e, conseqüentemente, reduz-se a intensidade de seleção até o ponto em que é possível identificar com precisão o genótipo ou genótipos superiores (BRESSIANI et al., 2001).

Ainda, segundo os mesmos autores, no processo de melhoramento genético em cana-de-açúcar, o genótipo é transmitido integralmente através das gerações e multiplicado via clonagem, através das gemas. O genótipo de cada planta por ser multiplicado para permitir avaliações com altos níveis de precisão, possibilitando a classificação dos genótipos das plantas clonadas e, posteriormente, a seleção e a multiplicação dos indivíduos superiores. Para ser recomendado como cultivar, o genótipo superior deve situar próximo da extremidade da distribuição (Anexo A) para diversos caracteres simultaneamente.

Sendo assim a identificação de cultivares potenciais de cana-de-açúcar que apresentem características desejáveis para a produção artesanal de cachaça

na região do Sul de Minas Gerais é uma estratégia relevante. Há relatos na literatura de que a seleção de clones elite na cultura da cana-de-açúcar tenha sido utilizada com sucesso (SILVA et al., 1999; DEMETRIO et al., 2008; MELO et al., 2009)

Neste contexto, Silva et al. (1999) avaliaram dez clones, híbridos IAC de cana-de-açúcar, série 1985, na região de Jaú (SP), comparando-se os clones avaliados com as variedades SP70-1143 e SP71-1406. O clone IAC85-3229 revelou-se promissor, em condições de ser incluído em estudo de manejo varietal em outras regiões paulistas.

Em trabalho realizado por Demetrio et al. (2008) foram avaliados clones de cana-de-açúcar (RBs), promissores quanto à resistência à broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*) na região noroeste do Paraná, praga agrícola que diminui a produtividade agrícola e causa problemas de fermentação nas usinas de etanol e açúcar. Este trabalho teve como objetivo selecionar clones RBs da série 97. Como destaque foi evidenciado que os clones RB975311 e RB975286, superam a qualidade dos tratamentos padrões RB72454 e RB835486.

Em estudo realizado por Melo et al. (2009) no qual se avaliou o desempenho agroindustrial de cultivares de cana-de-açúcar na Zona da Mata Litoral Sul de Pernambuco, ficou evidenciado que o melhor potencial produtivo foi obtido com os clones SP78-4764, SP86-0621 e SP86-127.

Pesquisando-se os rendimentos agrícolas e forrageiros de três cultivares de cana-de-açúcar em diferentes épocas de corte (maio, julho e setembro), onde há uma maior demanda de forragem na região de Lavras (MG), CASTRO et al. (2009) utilizaram como tratamentos as cultivares de cana-de-açúcar (RB825336; SP80-1816 e RB835054) e por três épocas de corte (maio; julho; setembro), avaliando-se os rendimentos de massa verde, massa seca, tonelada de colmos por hectare e sacarose (g/100g caldo). Os resultados mostraram que não houve efeitos de cultivares e das épocas de corte estudadas nos rendimentos dos

colmos, massa verde, matéria seca e sacarose da cana-de-açúcar. Os altos rendimentos obtidos para massa verde e matéria seca, no período de seca (maio a setembro), mostram o grande potencial da cana-de-açúcar para uso na alimentação do rebanho leiteiro na região.

#### 2.4 Seleção Simultânea para Várias Características

De acordo com Ramalho et al. (2012), a estratégia de se conseguir reunir, simultaneamente, em uma mesma cultivar vários fenótipos favoráveis para caracteres de interesse possibilitando economia nos custos de produção é considerada uma tática vantajosa em programas de melhoramento. Nem sempre todos os caracteres têm a mesma importância para o trabalho de melhoramento e a maioria dos caracteres pode ser correlacionada diversas vezes em direções diferentes, portanto, trabalhar com vários caracteres ao mesmo tempo torna-se desafiador e exige eficiência no trabalho do melhorista.

Ainda, segundo os mesmos autores, os valores de correlação variam de -1 a +1. A correlação negativa significa que os caracteres são inversamente relacionados e em direções opostas. Correlação positiva indica que os caracteres variam na mesma direção e correlação nula, significa que as variáveis não possuem associação linear, uma vez que a correlação é um parâmetro estatístico que mede o grau de associação entre duas variáveis.

A estimativa da correlação é simbolizada pela letra  $r$  e pode ser fenotípica, genética e/ou ambiental. O estimador da correlação entre as variáveis  $X$  e  $Y$  ( $r_{xy}$ ) é dado por:

$$r_{xy} = \frac{Cov_{xy}}{\sqrt{V_x V_y}}$$

em que:

$Cov_{xy}$ : estimativa da covariância entre as variáveis X e Y;

$V_x$ ,  $V_y$ : são estimativas das variâncias das variáveis X e Y, respectivamente.

A correlação genética pode ser consequência da pleiotropia e/ou ligação dos genes que controlam os caracteres. Pleiotropia é quando um gene tem efeito em mais de um caráter ao mesmo tempo e, de acordo com Falconer e Mackay (1996). Decorrente da pleiotropia, a correlação é permanente e não sofre alterações nas seleções subsequentes.

Nesse tipo de correlação, os genes que têm efeito nos caracteres estão no mesmo cromossomo e próximos. Se no cromossomo estiver o alelo favorável para um caráter e o alelo desfavorável para outro caráter, a estimativa da correlação genética entre esses caracteres será negativa. Quando os dois alelos favoráveis ou desfavoráveis estiverem juntos, a associação será positiva. A magnitude da estimativa da correlação depende da distância entre os genes nos cromossomos, ou seja, da frequência de recombinação. Quanto mais próximos estiverem, maior será a estimativa de correlação (RAMALHO et al., 2012).

Dependente do desequilíbrio da ligação, a correlação, quando obtida na geração  $F_2$ , estando os genes ligados, a estimativa da correlação será diferente de zero. No entanto, quando o equilíbrio é atingido, essa estimativa será nula. Esse aspecto é muito importante no entendimento do emprego de marcas moleculares na seleção (RAMALHO et al., 2012).

Ferreira et al. (2007) visando quantificar os efeitos diretos e indiretos de componentes de produção sobre as variáveis toneladas de cana por hectare (TCH) e massa média de colmos (MMC), realizaram análises de trilha fenotípicas e genotípicas em dezessete famílias híbridas na Universidade Federal de Viçosa, definindo como componentes de produção variáveis: altura de colmos (AC), diâmetro de colmos (DC) e número de colmos (NC). As variáveis

MMC e NC podem ser utilizadas na seleção indireta de famílias mais produtivas, visto que apresentaram efeitos diretos positivos e elevados sobre TCH. Mostraram ainda, que apesar de AC e DC estarem altamente correlacionadas com MMC, apenas DC mostrou elevado efeito genético direto sobre MMC, sendo uma variável importante a ser considerada na seleção indireta de famílias com maior massa média de colmos.

Em trabalho realizado por Pedrozo et al. (2008) visando avaliar a eficiência da seleção em fases iniciais do melhoramento da cana-de-açúcar, sendo quatro caracteres avaliados em T1 (primeira fase de seleção) e oito na fase T2 (segunda fase de seleção), observaram que a altura e o diâmetro de colmos foram os caracteres mais promissores à seleção de genótipos na fase T1, pois apresentaram maior controle genético e maior coincidência seletiva com a fase T2. Genótipos que não apresentaram, na fase T1, pelo menos cinco colmos por touceira foram descartados. Na fase T2, a produção estimada de colmos apresentou elevada correlação genotípica com toneladas de colmos por hectare, mostrando ser possível seu emprego na seleção indireta. Os genótipos RB987620, RB987572 e RB987561 apresentaram os maiores valores genéticos preditos quanto à produção de BRIX.

Santana et al. (2010) estimaram a variabilidade e as correlações genéticas dos clones RB e de variedades de cana-de-açúcar. Os resultados mostraram que a variabilidade genética existente nas populações de genótipos e nas variedades comerciais testadas nas condições da Mata Norte e Litoral Sul de Pernambuco poderá ser eficaz na seleção de genótipos através da área foliar, altura e peso de colmos; características determinantes da produção de cana-de-açúcar. Afirma-se que o número de colmos está associado negativamente com o diâmetro, a altura e o peso de colmos, o número de entrenós e a área da folha impossibilitando a seleção simultânea ou indireta entrenós e a área da folha impossibilitando a seleção simultânea ou indireta entre os pares de caracteres.

Em estudo conduzido por Dutra Filho et al. (2011), cujo objetivo era selecionar progênies de cana-de-açúcar com base no desempenho agroindustrial e correlacionar caracteres agroindustriais, realizaram-se a análise de variância e estimativas de parâmetros genéticos e para a correlação de caracteres utilizaram o coeficiente de correlação de Pearson e as correlações parciais. O Teste F revelou significância. As estimativas da herdabilidade foram de alta a média magnitude para as variáveis tonelada de cana por hectare (TCH), tonelada de pol por hectare (TPH) e açúcar total recuperável por hectare (ATR.ha<sup>-1</sup>) indicando possibilidade de sucesso na seleção com base nesses caracteres. Os valores expressos pelos coeficientes de correlação utilizados em seu trabalho sugerem que a prática de seleção com base nos caracteres NCM (número de colmos por metro) e teor de sólidos solúveis (BRIX) contribui indireta e significativamente para o aumento na produtividade de cana e de açúcar por hectare.

#### **2.4.1 Como proceder ao melhoramento para vários caracteres simultaneamente**

De acordo com Bernardo (2010) pode-se agrupar em três métodos as opções para seleção de vários caracteres ao mesmo tempo.

- ***Método de Tandem***

É baseado na seleção de uma característica por vez, desprezando o efeito indireto dessa seleção sobre as demais, até que a principal característica considerada atinja o nível desejado. A partir de então, uma segunda característica será considerada no processo de seleção e assim sucessivamente. Esse método apresenta menor eficiência em selecionar indivíduos/progênies superiores se os caracteres de interesse forem correlacionados e, os pesos econômicos e as variâncias fenotípicas dos caracteres forem diferentes. É um

procedimento demorado e de eficiência duvidosa e, praticamente, não tem sido empregado (BERNARDO, 2010).

- ***Método dos níveis independentes de eliminação (Independent Culling Levels)***

Estabelece níveis mínimos ou máximos para cada característica, de forma que a seleção seja feita entre os indivíduos/progênes, cujo desempenho fica entre desejado e o limite pré-estabelecido (BERNARDO, 2010).

- ***Método do índice de seleção***

Trata-se de uma alternativa eficiente, uma vez que permite combinar as múltiplas informações dos caracteres mensurados no indivíduo/progênie, de forma a possibilitar a seleção fundamentada em um único valor envolvendo todos os demais (CRUZ e CARNEIRO, 2003). O índice de seleção consiste numa função linear das diferentes e, podendo ser dado algum peso diferencial em razão da importância da característica (RAMALHO et al., 2012).

São várias as opções de índices de seleção, que podem ser melhor detalhados em Cruz e Carneiro (2003). Destaca-se os seguintes índices: índice proposto independentemente por Smith em 1936 e Hazel em 1943, também conhecido como índice clássico (Cruz e Carneiro, 2003) ou ótimo (Bernardo, 2010); índice proposto por Willians (1962), também denominado como índice base; índice proposto por Mulamba e Mock (1978) baseado na soma de postos ou ranks; e o índice baseado na soma de variáveis padronizadas, utilizado por Menezes Júnior et al. (2008).

Nesta revisão, maiores detalhes serão apresentados no que tange ao índice de soma de postos.

- **Índice da soma de postos (IMM)**

Índice de seleção baseado intrinsecamente no interesse do melhorista proposto por Mulamba e Mock (1978), no qual procede-se a seleção com base na classificação ou ordenamento das progênes ou clones para os múltiplos caracteres. O cálculo depende apenas das médias fenotípicas, no entanto, no cômputo desse índice, à semelhança dos demais, pode-se atribuir pesos econômicos aos caracteres. O princípio do Índice de Mulamba e Mock é a transformação em postos, das médias fenotípicas ajustadas dos genótipos para cada caráter de acordo com o interesse do melhorista, ou seja, no sentido de aumentar ou diminuir a expressão fenotípica. O posto ou rank refere-se à posição ou ordem depois de efetuado o ordenamento (RAMALHO et al., 2012).

A partir dos postos das progênes ou clones para cada característica, procede-se a soma desses genótipos, obtendo-se os valores do índice para cada tratamento. Dessa forma, o índice de Mulamba e Mock para n caracteres é dado pela seguinte combinação linear dos postos:

$$I_{MM(i)} = \sum_{k=1}^n u_k r_{ik} = u_1 r_{i1} + u_2 r_{i2} + \dots + u_n r_{in}$$

em que:

$I_{MM(i)}$  : valor do índice de Mulamba e Kock associado ao genótipo i;

$u_k$  : peso econômico do caráter k, quando for o caso;

$r_{ij}$  : posto associado à média fenotípica ajustada do genótipo i relativo ao caráter k.

Pedrozo et al. (2009) comparou a eficiência de três índices de seleção construídos a partir de componentes de variância estimados e valores genotípicos preditos pela metodologia REML/BLUP (REML – máxima



verossimilhança restrita / BLUP – melhor preditor linear não viciado), em três populações (A, B e C) da primeira geração clonal da cana-de-açúcar. As populações foram avaliadas na área experimental do Centro de Pesquisa e Melhoramento da Cana-de-açúcar – CECA da Universidade Federal de Viçosa, utilizando delineamento experimental em blocos aumentados. Os caracteres número de colmos por metro (NCM), massa média do colmo (MMC), teor de sólidos solúveis totais (BRIX). Os três primeiros caracteres foram utilizados para construir os seguintes índices de seleção: clássico (Smith, 1936; Hazel, 1943), multiplicativo (Subandi et al., 1973) e com base na soma de postos (Mulamba e Mock, 1978). Os resultados apontaram o índice multiplicativo como o de maior eficiência de seleção, uma vez que apresentou maior coeficiente de coincidência de genótipos selecionados com a estratégia de seleção para o caráter TBH, maiores ganhos diretos de seleção e maiores ganhos indiretos para TBH.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Local de condução do experimento**

O experimento foi conduzido no município de Lavras/MG no campo de produção de cana-de-açúcar da empresa Bocaina Agroindústria e Comércio de Cachaça Ltda, localizada na rodovia BR-265 km 349, a 920m de altitude, 21°14' S e 45°00' W.

De acordo com Dantas et al. (2007), o clima de Lavras, segundo a classificação climática de Köppen, é o Cwa, temperado chuvoso (mesotérmico) com inverno seco e verão chuvoso, subtropical, com inverno seco e temperatura do mês mais quente maior que 22 °C (22,1 °C em fevereiro). A região apresenta uma média anual de precipitação pluvial de 1.493,2 mm e temperatura média de 19,3 °C.

#### **3.2 Cultivares avaliadas**

Foram avaliados 16 cultivares recomendadas para a indústria sucroalcooleira, de diferentes procedências, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1 Relação de cultivares avaliadas no experimento.

| CLONE      | PROCEDÊNCIA                     |
|------------|---------------------------------|
| CTC 1      | Centro de Tecnologia Canavieira |
| CTC 2      | Centro de Tecnologia Canavieira |
| CTC 7      | Centro de Tecnologia Canavieira |
| CTC 8      | Centro de Tecnologia Canavieira |
| CTC 9      | Centro de Tecnologia Canavieira |
| CTC 14     | Centro de Tecnologia Canavieira |
| CTC 15     | Centro de Tecnologia Canavieira |
| CTC 16     | Centro de Tecnologia Canavieira |
| RB 925345  | RIDESA                          |
| RB 867515  | RIDESA                          |
| RB 855453  | RIDESA                          |
| RB 925211  | RIDESA                          |
| SP 81-3250 | COPERSUCAR                      |
| SP 89-1115 | COPERSUCAR                      |
| SP 80-1842 | COPERSUCAR                      |
| SP 84-2025 | COPERSUCAR                      |

### 3.3 Avaliação e seleção de cultivares potenciais

A avaliação das 16 cultivares foi realizada em experimento conduzido no delineamento experimental em látice quádruplo 4 x 4. O plantio foi realizado na segunda quinzena do mês de novembro de 2011 e a parcela constituiu-se por três sulcos de 5,0 m lineares, espaçamento de 1,30 m entre si.

O preparo do solo seguiu o sistema convencional de cultivo, sendo realizada a aração seguida de gradagem e a abertura dos sulcos utilizando tração mecanizada. A calagem foi realizada no sulco de plantio na dosagem de 2 t.ha<sup>-1</sup>. Utilizou-se 650 kg.ha<sup>-1</sup> da formulação 8-28-16 no sulco de plantio como adubação de base (Anexo C). Na adubação de cobertura utilizou-se 500 kg.ha<sup>-1</sup> e 250 kg.ha<sup>-1</sup> de uréia, aos 30 e 60, dias após o plantio. O controle das plantas daninhas foi realizado por meio da aplicação, em pós-emergência, de herbicida a base dos ingredientes ativos 2,4D (1,5 l.ha<sup>-1</sup>) e diuron (2,5 l.ha<sup>-1</sup>).

Os caracteres agronômicos foram avaliados tomando-se em cada parcela experimental, ao acaso, dez plantas na fileira central, aos onze meses

após o plantio, e consideraram-se os valores médios. Os caracteres agronômicos avaliados foram: 1) número de colmos por metro linear (NC), obtido pela contagem total de colmos na fileira central, dividido pelo comprimento do sulco; 2) diâmetro médio de colmo (DC), obtido com o auxílio de um paquímetro com precisão de 1mm; 3) altura do colmo (AC), medida em centímetros, do nível do solo até a inserção da primeira folha, com o auxílio de uma trena graduada; 4) massa média de colmos (MMC), obtida através da pesagem de colmos, em balança do tipo dinamômetro, dividindo pela contagem total de colmos; 5) toneladas de cana por hectare (TCH), diferentemente dos demais caracteres, colheu-se todas as canas do sulco de avaliação (central) de cada parcela e calculou-se por meio da transformação do peso total das parcelas em toneladas por hectare; 6) tonelada de pol por hectare (TPH) obtida por meio do estimador:  $TPH = (TCH \times POL) / 100$  (TASSO JUNIOR, 2007; SILVEIRA et al. 2012).

Para a determinação das características tecnológicas utilizou-se os 10 colmos, tomados em cada parcela experimental, ao acaso, por ocasião da colheita. As amostras foram encaminhadas para o Centro Avançado da Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Cana - IAC/Apta, onde realizou-se as análises do açúcar total recuperável ( $ATR \cdot ha^{-1}$ ), obtido pela análise após inversão ácida de sacarose, calculada pela soma dos açúcares para análise da porcentagem aparente de sacarose contida no caldo de cana (pol % cana), porcentagem de matéria insolúvel em água contida na cana (fibra % cana), porcentagem de sólidos solúveis contidos no caldo extraído da cana (Brix % caldo), e pureza aparente (pureza % cana), que é definida como a porcentagem de Pol no brix, que é o indicador da quantidade de açúcares em relação aos sólidos. As análises tecnológicas foram realizadas de acordo com o Manual de Instruções do Conselho dos Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo (CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CONSECANA,

2006), conforme metodologias a seguir:

- **Açúcar total recuperável**

O cálculo do Açúcar Total Recuperável (ATR). Conhecendo-se a POL % cana (PC) e os Açúcares Redutores da Cana (ARC), o ATR foi calculado pela equação:

$$\text{ATR} = 10 \times \text{PC} \times 1,05263 \times 0,905 + 10 \times \text{ARC} \times 0,905$$

ou,

$$\text{ATR} = 9,5263 \times \text{PC} + 9,05 \times \text{ARC}$$

onde:

$10 \times \text{PC}$  = POL por Tonelada de Cana;

1,05263 = Coeficiente Estequiométrico para a Conversão da Sacarose em Açúcares Redutores;

0,905 = Coeficiente de Recuperação, para uma perda industrial de 9,5%;

$10 \times \text{ARC}$  = Açúcares Redutores por Tonelada de Cana.

UNIDADE: kg de açúcar.tonelada de cana<sup>-1</sup>

- **Pol (%) da cana-de-açúcar**

O cálculo da POL % cana (PC) foi calculada pela equação:

$$\text{PC} = \text{S} \times (1 - 0,01 \times \text{F}) \times \text{C}$$

em que:

S = POL % caldo;

F = Fibra da cana;

C = coeficiente “C”;

UNIDADE: %

- **Fibra (%) da cana-de-açúcar**

Para o cálculo da Fibra da cana-de-açúcar utiliza-se a equação:

$$\text{Fibra \% cana} = 0,08 \times \text{PBU} + 0,876$$

onde:

PBU = Peso do Bagaço Úmido da prensa, em gramas.

O coeficiente “C” é utilizado para a transformação da POL % caldo extraído pela prensa em POL % cana (PC) e é calculado por uma das seguintes fórmulas:

$$C = 1,0313 - 0,00575 \times F, \text{ ou,}$$

$$C = 1,02626 - 0,00046 \times \text{PBU}$$

onde:

F = Fibra da cana;

PBU = Peso do Bagaço Úmido.

UNIDADE: %

- **Brix (%) do caldo**

Para a determinação do Brix % do caldo (teor de sólidos solúveis por cento, em peso, de caldo) foi utilizado um refratômetro digital, de leitura automática, com correção automática de temperatura e resolução máxima de 0,1° Brix (um décimo de grau Brix), devendo o valor final ser expresso à 20°C (vinte graus Celsius).

UNIDADE: %

- **Pureza aparente da Cana**

O cálculo da Pureza % cana é definido como a porcentagem de POL % caldo no Brix % cana, sendo calculada pela equação:

$$\text{Pureza \% cana} = 100 \times \text{POL \% cana} / \text{Brix \% cana}$$

UNIDADE: %

### 3.4 Análise estatística dos dados fenotípicos

Para os dados fenotípicos do experimento realizado, cujo delineamento foi em látice, empregou-se análise com recuperação da informação interblocos com o aporte do pacote estatístico Statistical Analysis System (SAS, 1999) de acordo com o modelo apresentado abaixo:

$$y_{ijk} = \mu + r_j + b_{k(j)} + a_i + e_{ijk}$$

em que:

$y_{ijk}$ : observação da parcela que recebeu o clone  $i$  no bloco  $k$  dentro da repetição  $j$ ;

$\mu$ : constante associada a todas as observações;

$r_j$ : efeito fixo da repetição  $j$ ;

$b_{k(j)}$ : efeito aleatório do bloco  $k$  dentro da repetição  $j$ ;

$a_i$ : efeito fixo do clone  $i$ ;

$e_{ijk}$ : erro experimental aleatório associado à observação  $y_{ijk}$ .

De posse das médias fenotípicas ajustadas dos clones realizou-se o agrupamento pelo teste de Scott-Knott (1974) em nível de 5% de significância no software genético-estatístico Genes (CRUZ, 2006).

As estimativas das correlações fenotípicas mensuradas entre os caracteres foram obtidas de acordo com a expressão:

$$r_{xy} = \frac{Cov_{xy}}{\sqrt{V_x V_y}}$$

em que:

$Cov_{xy}$  = estimativa da covariância fenotípica entre as variáveis X e Y;

$V_x, V_y$  = são estimativas das variâncias fenotípicas médias das variáveis X e Y, respectivamente.

As análises de correlações foram realizadas com o aporte do pacote estatístico Statistical Analysis System (SAS, 1999).

Para a seleção simultânea envolvendo os caracteres toneladas de cana por hectare (TCH), porcentagem de sacarose da cana (pol % cana), porcentagem de matéria insolúvel em água contida na cana (fibra % cana) e açúcar total recuperável (ATR) adotou-se o princípio do Índice de Seleção de Mulamba e Mock (1978).

A partir das médias fenotípicas ajustadas, atribuiu-se postos, para as cultivares em cada caráter de acordo com o interesse para a produção de cachaça, ou seja, no sentido de aumentar ou diminuir a expressão fenotípica. O posto ou rank refere-se à posição ou ordem depois de efetuado o ordenamento. A partir dos postos dos clones para cada característica, procedeu-se a soma, obtendo-se os valores do índice para cada clone de maneira semelhante a expressão apresentada abaixo.



$$I_{MM(i)} = \sum_{k=1}^n u_k r_{ik} = u_1 r_{i1} + u_2 r_{i2} + \dots + u_n r_{in}$$

em que:

$I_{MM(i)}$  = valor do índice de Mulamba e Mock associado ao clone i;

$u_k$  = peso econômico do caráter k, neste trabalho igual a 1;

$r_{ij}$  = posto associado à média fenotípica ajustada da cultivar i relativo ao caráter k.

Para avaliação da precisão experimental adotou-se a estimativa da acurácia utilizou-se o estimador apresentado a seguir (RESENDE e DUARTE, 2007).

$$\hat{r}_{gg} = \sqrt{1 - \frac{1}{F_c}}$$

Em que,  $F_c$  é o valor do teste de F para o efeito das cultivares na análise de variância.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados referentes à análise de variância estão apresentados na Tabela 2. Evidencia-se que houve eficiência relativa do delineamento de blocos incompletos em relação ao delineamento de blocos casualizados completos para a maioria dos caracteres avaliados com exceção do diâmetro de colmo (DC). Este fato permite inferir que a estratégia de restrição à casualização adotada foi eficiente.

A acurácia seletiva refere-se à correlação entre o valor genotípico verdadeiro do tratamento e aquele estimado ou predito a partir das informações dos experimentos (Costa et al., 2005). Esta estatística varia de 0 a 1 e, conforme Resende e Duarte (2007) pode ser classificada como muito alta ( $\square_{gg} \geq 0,90$ ), alta ( $0,70 \leq \square_{gg} < 0,90$ ), moderada ( $0,50 \leq \square_{gg} < 0,70$ ) e baixa ( $\square_{gg} < 0,50$ ). As estimativas da acurácia variaram de 58,79% (TCH) a 96,04% (NC). Estimativas acima de 70% são de grande magnitude e indicam que os experimentos foram bem conduzidos e reforçam que a maior parte da variação identificada é devido ao efeito de tratamentos (RESENDE e DUARTE, 2007). Estimativas da acurácia de grande magnitude possibilitam a realização da seleção com maior eficiência além de permitir que as recomendações realizadas sejam mais precisas (Tabela 2).

Diferenças significativas a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ) para os caracteres toneladas de cana por hectare (TCH) e a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ) para os caracteres teor de sólido solúveis (Brix), porcentagem de sacarose na cana (Pol % cana), porcentagem de matéria insolúvel em água contida na cana (Fibra % cana), açúcar total recuperável (ATR), pureza aparente (% cana), número de colmos (NC), diâmetro de colmos (DC) e tonelada de pol por hectare (TPH) revelam que há variabilidade entre os clones elite testados (Tabela 1). Este fato foi fundamental para que se realizasse o

agrupamento das diferentes cultivares por meio do método de Scott & Knott (1974) (Tabela 3).

Tabela 2 Resumo da análise de variância para os caracteres Teor de Sólidos Solúveis (Brix % caldo), Porcentagem de Sacarose (Pol % cana), Porcentagem de Matéria Insolúvel em Água Contida na Cana (Fibra % cana), Açúcar Total Recuperável (ATR), Pureza Aparente (% cana), Número Médio de Colmos (NC), Diâmetro Médio de Colmos (DC), Altura Média de Colmos (AC) e Massa Média de Colmos (MMC), Tonelada de Pol por Hectare (TPH) e Toneladas de Cana por Hectare (TCH), referente a avaliação de cultivares de cana-de-açúcar, Lavras – MG, 2013.

| Quadrados Médios    |           |                 |               |                 |               |                  |             |             |               |                   |                              |                              |
|---------------------|-----------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|------------------|-------------|-------------|---------------|-------------------|------------------------------|------------------------------|
| Fontes de Variação  | GL        | BRIX<br>% caldo | Pol<br>% cana | FIBRA<br>% cana | ATR           | Pureza<br>% cana | NC          | DC(mm)      | AC(cm)        | MMC<br>(kg/colmo) | TPH<br>(t.ha <sup>-1</sup> ) | TCH<br>(t.ha <sup>-1</sup> ) |
| Repetições          | 3         | 0,47            | 0,51          | 0,54            | 43,87         | 1,81             | 6,28        | 14,47       | 1090,94       | 0,06              | 2,74                         | 3275,18                      |
| Blocos/Repetições   | 12        | 0,64            | 0,94          | 0,40            | 79,27         | 2,73             | 5,37        | 0,98        | 662,30        | 0,04              | 11,51                        | 9666,65                      |
| Entre Clones        | 15        | 3,17            | 4,03          | 3,76            | 350,67        | 4,49             | 5,60        | 10,61       | 721,52        | 0,06              | 16,38                        | 12123,26                     |
| Erro Efetivo        | 33        | 0,31            | 0,38          | 0,35            | 32,56         | 0,89             | 0,22        | 2,67        | 415,67        | 0,03              | 5,90                         | 5639,50                      |
| <b>Total</b>        | <b>63</b> | <b>1,03</b>     | <b>1,33</b>   | <b>1,18</b>     | <b>115,22</b> | <b>2,06</b>      | <b>4,90</b> | <b>4,80</b> | <b>544,85</b> | <b>0,04</b>       | <b>8,92</b>                  | <b>7500,39</b>               |
| Eficiência Relativa |           | 119,45          | 128,58        | 100,68          | 127,53        | 143,53           | 101,27      | 83,09       | 108,15        | 103,29            | 115,88                       | 110,67                       |
| Acurácia Seletiva   |           | 94,98           | 92,03         | 90,93           | 92,09         | 89,53            | 96,04       | 64,74       | 65,11         | 70,14             | 80,02                        | 58,79                        |
| F(clones)           |           | 10,22**         | 10,60**       | 10,74**         | 10,77**       | 5,04**           | 25,45**     | 3,97**      | 1,73          | 1,96              | 2,78**                       | 2,15*                        |

\*\* , \* Significativo 1% e a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

Tabela 3 Médias fenotípicas ajustadas para os caracteres Teor de Sólidos Solúveis (Brix % caldo), Porcentagem de Sacarose (Pol % cana), Porcentagem de Matéria Insolúvel em Água Contida na Cana (Fibra % cana), Açúcar Total Recuperável (ATR), Pureza Aparente (% cana), Número Médio de Colmos (NC), Diâmetro Médio de Colmos (DC), Tonelada de Pol por Hectare (TPH) e Toneladas de Cana por Hectare (TCH), referente à avaliação de cultivares de cana-de-açúcar, Lavras – MG, 2013.

| Tratamentos | Clones             | Brix<br>% caldo | Pol<br>%<br>cana | Fibra<br>%<br>cana | ATR     | Pureza<br>%<br>cana | NC     | DC(mm) | TPH    | TCH<br>(t.ha <sup>-1</sup> ) |
|-------------|--------------------|-----------------|------------------|--------------------|---------|---------------------|--------|--------|--------|------------------------------|
| 1           | CTC 2              | 17,76c          | 16,53c           | 12,83c             | 160,88c | 92,92c              | 08,80b | 26,96b | 07,38b | 43,86b                       |
| 2           | CTC 1              | 17,22c          | 16,17d           | 15,34a             | 157,09c | 94,00c              | 06,90d | 29,47a | 05,16b | 31,59b                       |
| 3           | CTC 8              | 17,63c          | 16,45d           | 13,77b             | 159,96c | 93,33c              | 07,25d | 27,83a | 05,07b | 31,80b                       |
| 4           | CTC 7              | 19,48a          | 18,53a           | 13,63b             | 179,34a | 95,10b              | 08,70b | 27,66a | 09,21a | 49,96a                       |
| 5           | CTC 14             | 17,57c          | 16,47d           | 14,81a             | 160,02c | 93,77c              | 09,75a | 26,47b | 08,08b | 48,71a                       |
| 6           | CTC 16             | 18,33b          | 17,36c           | 14,59a             | 168,25b | 94,73b              | 10,30a | 24,06b | 06,45b | 37,84b                       |
| 7           | CTC 9              | 19,30a          | 18,37b           | 12,84c             | 177,91a | 95,17b              | 07,20d | 27,80a | 11,14a | 60,46a                       |
| 8           | CTC 15             | 17,39c          | 16,22d           | 14,42b             | 157,81c | 93,19c              | 08,65b | 28,57a | 09,28a | 56,15a                       |
| 9           | RB 925345          | 19,94a          | 19,00a           | 14,17b             | 183,79a | 95,29b              | 07,05d | 27,41b | 07,08b | 37,28b                       |
| 10          | RB 867515          | 18,32b          | 17,20c           | 13,86b             | 167,00b | 93,70c              | 06,75d | 29,80a | 06,87b | 38,97b                       |
| 11          | RB 855453          | 18,63b          | 17,37c           | 13,48c             | 168,76b | 93,25c              | 10,25a | 26,25b | 10,29a | 59,16a                       |
| 12          | RB 925211          | 19,65a          | 19,03a           | 12,85c             | 183,73a | 96,90a              | 08,80b | 28,99a | 09,73a | 50,42a                       |
| 13          | SP 81-3250         | 18,42b          | 17,29c           | 13,24c             | 167,92b | 93,89c              | 09,15b | 28,21a | 08,88a | 51,38a                       |
| 14          | SP 89-1115         | 19,34a          | 18,49b           | 11,35c             | 178,96a | 95,66b              | 09,35b | 30,51a | 12,25a | 66,56a                       |
| 15          | SP 80-1842         | 18,48b          | 17,42c           | 13,98b             | 168,95b | 94,28c              | 08,15c | 26,67b | 07,54b | 43,44b                       |
| 16          | SP 84-2025         | 17,22c          | 16,15d           | 14,46b             | 156,98c | 93,76c              | 09,30b | 25,93b | 05,60b | 34,90b                       |
|             | <b>Média Geral</b> | 18,42           | 17,38            | 13,73              | 168,58  | 94,31               | 08,52  | 27,66  | 08,13  | 46,41                        |

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, pertencem ao mesmo grupo pelo teste de agrupamento de Scott e Knott (1974), a 5% de probabilidade.

Para as médias fenotípicas ajustadas dos caracteres porcentagem de sacarose na cana (Pol % cana) e número médio de colmos (NC) foi observada a formação de quatro grupos de médias (letras a,b,c e d), de acordo com o teste de agrupamento de Scott e Knott (1974).

Segundo Fernandes (2000), a cana madura deve apresentar Pol% cana variando de 14,4 (início da safra) a 15,3 (transcorrer da safra). De acordo com Deuber (1988), uma cana-de-açúcar torna-se madura no momento em que apresentar um teor mínimo de sacarose com Pol% cana acima de 13%. Ainda, segundo o mesmo autor, a maturação, na Região Centro-Sul, tem início nos meses de abril a maio. A evolução do processo de maturação define as curvas de maturação que são características das variedades e, ao mesmo tempo, influenciadas pelas condições de clima e solo. Franco (2003) analisou dados de Pol (caldo e cana) para a cana-planta e a cana-soca e desta forma verificou que os colmos foram colhidos após atingirem o ponto de maturação (Pol% cana com 14,7% na cana-planta e 16,7% na cana-soca).

No presente trabalho a média de sacarose na cana (Pol % cana) foi de 17,38%, variando de 16,15 a 19,03% valores que correspondem respectivamente às cultivares SP84-2025 e RB925211. Os resultados obtidos corroboram os relatos obtidos na literatura e reforçam que a cana estava madura por ocasião da colheita.

Para o componente de produção NC a média ficou em 8,52 colmos por metro linear de sulco, variando entre 6,75 e 10,30 para as cultivares RB86-7515 e CTC 16, respectivamente. Silva et al. (2011) em seus trabalhos que comparava divergências genéticas entre genótipos de cana-de-açúcar, apresentou média de 9,13 colmos por metro linear de sulco, destacando o valor máximo de 11,03 para a cultivar RB992548. Vale destacar, contudo, que os valores obtidos neste trabalho estão dentro do preconizado para a cultura na região do município de Sirinhaém no estado do Pernambuco.

Para os caracteres porcentagem teor de sólidos solúveis (Brix % caldo), matéria insolúvel em água contida na cana (Fibra % cana), açúcar total recuperável (ATR) e pureza aparente (% cana) observaram-se a formação de três grupos de médias (letras a, b e c) (tabela 3).

Verifica-se que para o teor de sólidos solúveis (Brix % caldo) obteve-se uma média de 18,42%, variando entre 17,22 e 19,94% para as cultivares CTC 1 e RB925345, respectivamente (Tabela 3). Como se trata de uma determinação relativamente simples, a determinação do Brix do caldo pode facilmente fornecer subsídios para avaliação do estágio de maturação em que se encontra um determinado talhão de cana (FRANCO, 2003). A indústria sucroalcooleira, no Estado de São Paulo, considera que uma cana para ser industrializada deve ter, entre outras características, um caldo que contenha no mínimo 18° Brix (FERNANDES, 2000).

Para matéria insolúvel em água contida na cana (Fibra % cana) a média geral foi de 13,73% variando de 11,35 a 15,34%, valores que correspondem às cultivares SP89-1115 e CTC 1, respectivamente. De acordo com Fernandes (2000), o teor de fibra da cana é uma característica varietal, mas é bastante influenciado por diversos fatores ambientais, como clima (chuva e temperatura), solo (umidade e fertilidade), época de corte e método de determinação. De acordo com Andrade et al. (2006), para produção de cachaça artesanal destacam-se clones que apresentem baixos teores de fibra, próximo a 11%. Neste contexto, merece destaque o clone SP89-1115 cuja média foi de 11,35%.

Para a safra 2011/2012, a média de ATR na região centro-sul do Brasil foi de 137,54 (kg.ton<sup>-1</sup> colmo) (UNIÃO DA INDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR - ÚNICA, 2012). De acordo com a tabela 2, o ATR, obteve a média geral maior que a média citada anteriormente (168,58 kg.ton<sup>-1</sup> colmo), variando de 156,98 kg.ton<sup>-1</sup> colmo (SP84-2025) e 183,79 kg.ton<sup>-1</sup> colmo (RB925345).

O caráter pureza aparente (%cana) apresentou uma média geral de 94,31%, variando de 92,92% (CTC2) a 96,90 (RB925211). A cultivar RB925211 merece destaque, uma vez que a média de pureza aparente (%cana) apresentou-se isolada no grupo a. A pureza aparente ou simplesmente pureza é definida como a percentagem de Pol no brix, que é o indicador da quantidade de açúcares em relação aos sólidos solúveis do caldo. Em período de crescimento a pureza da cana é baixa, devido particularmente à formação e consumo de açúcares para o crescimento. No período de maturação, o acúmulo de sacarose vai elevando a pureza devido ao aumento dos açúcares em relação aos sólidos solúveis (STUPIELLO, 2000). Segundo Fernandes (2000), destilarias autônomas têm utilizado a porcentagem de açúcares totais contidas no Brix para expressar a qualidade do caldo para fermentação. Essa variável deve ser no mínimo 80% (início da safra) ou 85% (transcorrer da safra) para que seja recomendada a industrialização da cana. No presente trabalho, os valores obtidos superam os padrões recomendados, resultados estes que evidenciam a qualidade da matéria-prima a ser fornecida para produção da cachaça artesanal.

Para diâmetro de colmo (DC), toneladas de cana por hectare (TCH) e tonelada de pol por hectare (TPH), formaram-se dois grupos de médias (letras a e b). O caráter diâmetro de colmo (DC) apresentou média geral de 27,66 mm, variando de 24,06 a 30,51, para as cultivares CTC 16 e SP89-1115, respectivamente. Tasso Júnior (2007) verificou que a variedade RB855453 desenvolveu o maior diâmetro dentre os materiais testados. O menor valor obtido foi para a variedade SP89-1115 (24,6mm).

Para a variável toneladas de cana por hectare (TCH), a média geral obtida foi de 46,41 t.ha<sup>-1</sup>, variando entre 31,59 e 66,56 t.ha<sup>-1</sup> para os clones CTC 1 e SP89-1115, respectivamente (tabela 3). A produtividade média de TCH foi baixa quando comparado com média brasileira na safra 2011/2012 que foi de 67,06 t.ha<sup>-1</sup>. Este fato pode ser explicado em função do cultivo sucessivo da



cultura da cana-de-açúcar na área experimental, isto é, inexistência de rotação de cultura como também pelos fatores climáticos (Apêndice A e Anexo B). De acordo com dados informados pela CONAB (2012), além da seca no segundo semestre de 2012, que atingiu as principais regiões produtoras do Centro-Sul, assim como o experimento em questão, ventos fortes e a baixa luminosidade estimularam o florescimento das lavouras de cana-de-açúcar, ocorrências estas também foram observadas na área experimental.

A média geral da tonelada de pol por hectare (TPH) foi de  $8,13 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , variando de  $5,07 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (CTC 8) a  $12,25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (SP89-1115). Silva et al. (2011) avaliando divergência genética entre genótipos de cana-de-açúcar verificaram que para a tonelada de açúcar provável por hectare (TPH), a média situou-se em 10,09, variando entre 7,46 e 12,92 para as variedades-padrão BR813804 e RB763710, merecendo destaque as cultivares RB992559 ( $12,02 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), RB992545 ( $10,77 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) e RB992551 ( $10,48 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ).

Para verificar a existência de associação entre as variáveis analisadas procedeu-se análises de correlações. Detectou-se diferença significativa para algumas das combinações analisadas. Este fato evidencia que há associação entre as variáveis estudadas (Tabela 4). Maiores magnitudes de correlação fenotípica positiva foram obtidas para Pol x ATR (1,00). Observa-se também que o número médio de colmos (NC) está positiva e significativamente correlacionado com as variáveis tonelada de cana por hectare (TCH), toneladas de pol por hectare (TPH) e açúcar total recuperável (ATR). Segundo Bressiani et al. (2001), um dos componentes envolvidos na tonelagem de açúcar seria o tonelada de cana por hectare (TCH), observação esta que também pode ser estendida para produção de álcool e cachaça. O outro componente seria a porcentagem de sacarose (Pol % cana) que apresenta correlação positiva com o teor de sólidos solúveis (BRIX). Esses autores afirmaram que a variável TCH pode ser subdividida em número médio de colmos (NC), diâmetro de colmos

(DC) e massa média de colmos (MMC). De acordo com Silva et al. (2009), o número médio de colmos (NC) está favoravelmente associado com TCH, contribuindo indireta e significativamente para o incremento na produtividade de cana por hectare e conseqüentemente na tonelagem de pol por hectare (TPH).

A grande magnitude evidencia que há uma forte associação entre as variáveis avaliadas. Ao que tudo indica este fato já era esperado pois, tomando como exemplo, Pol x ATR ( $r_{xy} = 1,00$ ), e considerando que o Pol corresponde a % de sacarose a cana, espera-se que quanto maior for o Pol maior seja o ATR.

Tabela 4 Correlações fenotípica ( $r_{xy}$ ) entre caracteres para os caracteres Teor de Sólidos Solúveis (Brix % caldo), Porcentagem de Sacarose (Pol % cana), Porcentagem de Matéria Insolúvel em Água Contida na Cana (Fibra % cana), Açúcar Total Recuperável (ATR), Pureza Aparente (% cana), Número Médio de Colmos (NC), Diâmetro Médio de Colmos (DC), Tonelada de Pol por Hectare (TPH) e Toneladas de Cana por Hectare (TCH), referente a avaliação de cultivares de cana-de-açúcar, Lavras – MG, 2013.

| Variáveis    | $r_{xy}$ |
|--------------|----------|
| BRIX x POL   | 0,99**   |
| BRIX x FIBRA | -0,57*   |
| BRIX x ATR   | 0,99**   |
| BRIX x NC    | -0,07    |
| BRIX x DC    | 0,18     |
| BRIX x TCH   | 0,43     |
| BRIX x TPH   | 0,59*    |
| BRIX x PUR   | 0,79**   |
| POL x FIBRA  | -0,56*   |
| POL x ATR    | 1,00**   |
| POL x NC     | -0,07    |
| POL x DC     | 0,20     |
| POL x MMC    | 0,55*    |
| POL x TCH    | 0,41     |
| POL x TPH    | 0,58*    |
| POL x PUR    | 0,86**   |
| FIBRA x ATR  | -0,56*   |
| FIBRA x NC   | -0,13    |
| FIBRA x DC   | -0,40    |
| FIBRA x TCH  | -0,67**  |

“Tabela 4, conclusão”

|             |         |
|-------------|---------|
| FIBRA x TPH | -0,73** |
| FIBRA x PUR | -0,39   |
| ATR x NC    | -0,07   |
| ATR x DC    | 0,20    |
| ATR x AC    | 0,48    |
| ATR x TCH   | 0,42    |
| ATR x TPH   | 0,58*   |
| ATR x PUR   | 0,85**  |
| NC x DC     | -0,52*  |
| NC x MMC    | 0,10    |
| NC x TCH    | 0,39    |
| NC x TPH    | 0,32    |
| NC x PUR    | -0,04   |
| DC x TCH    | 0,26    |
| DC x TPH    | 0,31    |
| DC x PUR    | 0,24    |
| TCH x TPH   | 0,98**  |
| TCH x PUR   | 0,26    |
| TPH x PUR   | 0,43    |

\*\* \*: Significativo a 1 e 5 % de probabilidade, pelo teste t.

Quando ocorre associação negativa, tem-se uma correlação inversa, isto é, neste trabalho maior percentual de fibra, que não é desejado para produção de cachaça, esteve associado a um menor percentual de sólidos solúveis (Brix % caldo), porcentagem de sacarose (Pol % cana), açúcar total recuperável (ATR), pureza aparente (% cana). Este resultado permite inferir que se ocorrer uma redução no teor de fibra, pode-se obter ganho indireto nos caracteres de qualidade e rendimento.

Segundo Silva et al. (2011) e Ferreira et al. (2007), o número de colmos (NC) e massa média de colmos (MMC) são caracteres secundários que influenciam o caráter tonelada de cana por hectare (TCH). No presente trabalho foi evidenciada associação entre TCH x MMC, corroborando os relatos anteriores.

Quando se trabalha com vários caracteres o melhorista pode utilizar da ferramenta denominada índice de seleção visando a seleção simultânea para vários caracteres. Isto é, quando o objetivo é associar em apenas uma cultivar vários fenótipos desejáveis. No presente trabalho, com objetivo de se adotar a seleção simultânea utilizou-se princípio do Índice de Mulamba e Mock (1978), que consiste em classificar as cultivares, em relação a cada uma das características, em ordem favorável ao melhoramento. As ordens referentes às características são somadas para cada cultivar, obtendo-se a soma de postos. Assim, quanto menor for o valor obtido na soma de postos, melhor é o desempenho da cultivar, em relação às várias características avaliadas (CRUZ et al., 2004). Os resultados obtidos por ocasião da utilização deste índice está apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 Índice de Soma de Postos (Mulamba e Mock, 1978) para os caracteres Tonelada de Cana por Hectare (TCH), Teor de Sólidos Solúveis (Brix % caldo), Porcentagem de Sacarose na Cana (Pol % cana), Porcentagem de Matéria Insolúvel em Água Contida na Cana (Fibra % cana), Açúcar Total Recuperável (ATR), referente a avaliação de clones elite de cana-de-açúcar, Lavras – MG, 2013.

| Tratamentos | TCH | Pol %<br>Cana | FIBRA %<br>Cana | ATR | Soma de Postos |
|-------------|-----|---------------|-----------------|-----|----------------|
| SP 89-1115  | 1   | 4             | 1               | 4   | 10             |
| RB 925211   | 6   | 1             | 4               | 2   | 13             |
| CTC 9       | 2   | 5             | 3               | 5   | 15             |
| CTC 7       | 7   | 3             | 7               | 3   | 20             |
| RB 855453   | 3   | 7             | 6               | 7   | 23             |
| RB 925345   | 13  | 2             | 11              | 1   | 27             |
| SP 81-3250  | 5   | 9             | 5               | 9   | 28             |
| SP 80-1842  | 10  | 6             | 10              | 6   | 32             |
| CTC 2       | 9   | 11            | 2               | 11  | 33             |
| RB 867515   | 11  | 10            | 9               | 10  | 40             |
| CTC 16      | 12  | 8             | 14              | 8   | 42             |
| CTC 15      | 4   | 14            | 12              | 14  | 44             |
| CTC 14      | 8   | 12            | 15              | 12  | 47             |
| CTC 8       | 15  | 13            | 8               | 13  | 49             |
| SP 84-2025  | 14  | 16            | 13              | 16  | 59             |
| CTC 1       | 16  | 15            | 16              | 15  | 62             |

No presente trabalho, considerando esta estratégia de seleção baseada nas características toneladas de cana por hectare (TCH), porcentagem de sacarose na cana (Pol % cana), porcentagem de matéria insolúvel em água contida na cana (Fibra % cana) e açúcar total recuperável (ATR) foi possível identificar as cultivares SP89-1115, RB925211 e CTC9 como as mais promissoras para produção de cachaça artesanal. Veja que entre os três melhores cultivares, obtiveram sucesso tanto material do COPERSUCAR, bem como da RIDESA (Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleira), e do CTC (Centro de Tecnologia Canavieira), respectivamente. Como características agronômicas pode-se destacar a SP89-1115 apresentando alta produtividade e ótima brotação de soqueira (inclusive sob a palha), como pela sua precocidade e alto teor de sacarose; é recomendada para colheita até o meio da safra, respondendo positivamente à melhoria dos ambientes de produção. Apresenta hábito semi-ereto e baixo teor de fibra; floresce freqüentemente, porém com pouca isoporização (COOPERSUCAR, 2003). A RB925211 apresenta hábito de crescimento semi-decumbente com touceiras ligeiramente abertas, bainhas verdes, mas arroxeadas quando expostas, regular despalha, quantidade média de folhas, bom perfilhamento e fechamento de entrelinhas. Apresenta boa brotação, perfilhamento médio em cana-planta e alto em cana-soca, com excelente fechamento de entrelinhas. Produção agrícola e fibra média/alta, PUI longo e maturação precoce média. Destaca-se pelo alto teor de sacarose e alta produtividade. Recomenda-se plantio em ambiente de médio a alto potencial, colheita no início e meio de safra. Resistente às principais doenças (HOFFMANN, 2006). Por fim, o CTC 9 é precoce, possui colmo verde arroxeadado, apresentando muita cera. As folhas são bem largas e arqueadas. Com relação às características agronômicas, destaca-se nos solos de menor fertilidade, rápido crescimento inicial, excelente ATR em início de safra, até 15% acima da SP80-1842, permanecendo superior até o final de safra. No

seu primeiro corte o TCH pode chegar até 140t.ha<sup>-1</sup>. Variedade destaque por sua ampla adaptabilidade (CTC Canavieira, 2012).

Como já citado neste trabalho, Pedrozo et al. (2009) comparou a eficiência de três índices de seleção construídos a partir de componentes de variância estimados e valores genotípicos preditos pela metodologia REML/BLUP (REML – componentes de variância estimados por máxima verossimilhança restrita / BLUP – valores genéticos ou genotípicos preditos pelo melhor preditor linear não viciado), em três populações (A, B e C) da primeira geração clonal da cana-de-açúcar. Os resultados apontaram o índice multiplicativo como o de maior eficiência de seleção, uma vez que apresentou maior coeficiente de coincidência de genótipos selecionados com a estratégia de seleção para o caráter TBH, maiores ganhos diretos de seleção e maiores ganhos indiretos para TBH. No entanto, ainda de acordo com Pedrozo et al. (2009), a eficiência de seleção de determinado índice deve ser considerada como característica inerente à população estudada.

Estudos realizados por Krause (2012) e Texeira (2012) utilizando o índice de soma de postos para maracujazeiro-amarelo e açazeiro, respectivamente, apresentaram resultados positivos como estratégia de seleção.

## **5 CONCLUSÕES**

O estudo de correlação permite inferir que um maior percentual de fibra, que não é desejado para produção de cachaça, esteve associado a um menor percentual de sólidos solúveis (Brix % caldo), porcentagem de sacarose (Pol % cana), açúcar total recuperável (ATR), pureza aparente (% cana). Com este resultado conclui-se que se ocorrer uma redução no teor de fibra, pode-se obter ganho indireto nos caracteres de qualidade e rendimento.

Os clones potenciais de cana-de-açúcar que apresentam características agronômicas e tecnológicas promissoras para produção de cachaça artesanal para a região estudada são SP89-1115, RB925211 e CTC9.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, L.A. de. Cultura da cana-de-açúcar. In: CARDOSO, M. das G. **Produção de aguardente de cana-de-açúcar**. Lavras: UFLA, 2006. p.25-67.

ANDRADE, L.A. de B., CARDOSO, M. das G. Cana-de-açúcar para produção de cachaça. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M. de; LANDELL, M.G. de A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: IAC, 2010. p 747-762.

BERNARDO, R. **Breeding for quantitative traits in plants**. 2. ed. Woodbury: Stemma Press, 2010. 400p.

BRESSIANI, J.A.; BURNQUIST, W.L.; FUZATTO, S.R.; BONATO, A.L.V.; GERALDI, I.O. Combining ability in eight selected clones of sugarcane (*Saccharum* spp.). **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. Londrina, v.2, n.3, p.411-416, July/Sept. 2001.

CASTRO, H. S.; ANDRADE, L.A.B.; BOTREL, E.P.; EVANGELISTA, R.A. Rendimentos agrícola e forrageiro de três cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) em diferentes épocas de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1336-1341, set./out., 2009.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Terceiro levantamento de cana-de-açúcar Safra 2011/2012**. Dezembro/2012.

CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CONSECANA. **Manual de Instruções**. Piracicaba, 2006. 112p.

COPERSUCAR. Alimento e Energia Limpa para o Planeta. 9ª geração de variedades de cana-de-açúcar Copersucar. **Boletim Técnico Copersucar**, São Paulo, 2003. 15 p. Edição Especial.



COSTA, R.B.; GONÇALVES, P.S.; OLIVEIRA, L.C.S.; ARRUDA, E.J.; ROA, R.A.R.; MARTINS, W.J. Variabilidade genética e estimativas de herdabilidade para o caráter germinação em matrizes de *Hevea brasiliensis*. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.12, n.1, p.74-75, 2005.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 2003. v.2.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P. C.S. **Modelos biométricos aplicados a melhoramento genético**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2004. v. 1, 480 p.

CRUZ, C.D. **Programa Genes: biometria**. Viçosa, MG: UFV, 2006. v.1. 382 p.

DANTAS, A.A.; CARVALHO, L.G. de; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n. 6, p.1862-1866, nov./dez., 2007.

DEMETRIO, P. A.; ZONETTI, P. C.; MUNHOZ, R. E. F. Avaliação de clones de cana-de-açúcar promissores RBs quanto à resistência à Broca-da-cana (*diatraea saccharalis*) na região Noroeste do Paraná. **Iniciação Científica CESUMAR**, Maringá v. 10, n. 1, p. 13-16, Jan./Jun. 2008.

DEUBER, R. Maturação da cana-de-açúcar na região sudeste do Brasil. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA DA COPERSUCAR, 4., 1988. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Copersucar, 1988. p. 33-40

DUTRA FILHO, J.A.; MELO, LUIZ J.O.T. de; SIMÕES NETO, DJALMA, E.; ANUNCIAÇÃO FILHO, CLODOALDO J.; GERSON, Q.; DAROS, E. . Seleção de progênies e correlação de componentes de produção em cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.6, n. 3, p. 432-439, jul./set. 2011.

ESTANISLAU, M.L.L.; JÚNIOR, F.L.C.; PAIVA, B.M. Mercado atual e potencial da cachaça. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.23, n.217, p.19-24, 2002.

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. **Introduction to qualitative genetics**. 4. ed. London: Longman, 1996. 463p.

FERNANDES, A. C. Cálculos na Agroindústria da cana de açúcar. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, p. 193, 2000.

FERREIRA, F.M. ; BARROSO, W.S.; SILVA, F.L.; BARBOSA, M.H.P.B.; CRUZ, C.D.; BASTOS, I.T. Relações fenotípicas e genotípicas entre componentes de produção em cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.4, p.605-610, 2007.

FRANCO, A. **Cana-de-açúcar cultivada em solo adubado com lodo de esgoto e vinhaça**: nitrogênio no sistema solo-planta, produtividade e características tecnológicas. 2003. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

HAZEL, L.N. The genetic basis for constructing selection indexes. **Genetics**, Baltimore, v. 28, n. 6, p. 476-490, Nov. 1943.

HOFFMANN, H. P. et al. **Quatro novas variedades RB de cana-de-açúcar para a Região Centro-Sul**. Araras: CCA/UFSCar, 2006. 18p. 2006

KRAUSE, W. Ganho de seleção no melhoramento genético intrapopulacional do maracujazeiro amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.1, p.51-57, jan. 2012.

MARQUES, M.O.; MACIEL, B.F.; FIGUEIREDO, I.C.; MARQUES, T.A. Considerações sobre a qualidade da matéria-prima. In: MARQUES M.O.; MUTTON, M.A.; NOGUEIRA, T.A.R.; TASSO JÚNIOR, L.C.; NOGUEIRA,

G.A.; BERNARDI, J.H. **Tecnologias na agroindústria canavieira**. Jaboticabal: FCAV, 2008. p.9-16

MELO, L.J.O.T. de; OLIVEIRA, F.J. de; BASTOS, G.Q.; FILHO, C.J.A.; REIS, O.V. dos. Desempenho agroindustrial de cultivares de cana-de-açúcar na Zona da Mata Litoral Sul de Pernambuco. **Ciência e e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 3, p. 684-691, maio/jun. 2009.

MENEZES JÚNIOR, J.A.N. de; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A. de F.B. Seleção recorrente para três caracteres do feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n.4, p.833-838, 2008.

MULAMBA, N.N.; MOCK, J.J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plants traits. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, Alexandria, v.7, p.40-51, 1978.

OLIVEIRA, E. L.; ANDRADE, L.A.B.; FARIA, M.A.; EVANGELISTA, A.W.P.; MORAIS, A.R. Uso de vinhaça de alambique e nitrogênio em cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.11, p.1398-1403, nov. 2009

PEDROZO, C.A.; BARBOSA, M.H.P.; RESENDE, M.D.V.; PERTENELLI, L.A.; COSTA, P.M.A.; SILVA, F.L.. Eficiência da seleção em fases iniciais do melhoramento da cana-de-açúcar. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.55, n.1, p.1-8, 2008.

PEDROZO, C.A.; BENITES, F.R.G.; BARBOSA, M.H.P.; RESENDE, M.D.V. de; SILVA, F.L. da. Eficiência de índices de seleção utilizando a metodologia REML/BLUP no melhoramento da cana-de-açúcar. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.10, n.1, p.031-036, Jan./Fev.2009.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; ABREU, A.F.; NUNES, J.A.R. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. Lavras: UFLA, 2012. 522p.

RESENDE, M.D.V.; DUARTE, J.B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.37, n.3, p.182-194, set. 2007.

**Revista CTC Canaveira**, 2012. In:  
<http://www.ctcanaveira.com.br/downloads.html> Acesso: 08 de abril de 2013.

SANTANA, M.S. de; OLIVEIRA, F.J. de; MELO, L.J.O.T.de. Correlações genéticas em alguns clones RB e em variedades de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.5, n.4, p.460-467, 2010.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT User's guide**: version 8. Cary, 1999.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v.30, n. 3, p.507-512, 1974.

SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DE MINAS GERAIS - SEBRAE-MG. **Diagnóstico da cachaça em Minas Gerais**. Belo Horizonte, 2002. p.259.

SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DE MINAS GERAIS - SEBRAE-MG. **Cachaça artesanal**: estudos de mercado: relatório completo. SEBRAE/ESPM. 2008. Disponível em:  
<[http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/B142F005A221FDB0832574DC00457C09/\\$File/NT0003905E.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/B142F005A221FDB0832574DC00457C09/$File/NT0003905E.pdf)>. Acesso em: 08 abr. 2013.

SILVA, G.C.; OLIVEIRA, F.J. de; ANUNCIÇÃO FILHO, C.J. da; SIMÕES NETO, D.E.; MELO, L.O.T. de. Divergência genética entre genótipos de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.6, n.1, p.52-58, 2011.

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 estabelecimentos comerciais da cidade de Lavras-MG. **Tecnológica UNISC**, Santa Cruz do Sul, v.3, n.2, p.9-18, 1999.

SILVEIRA, L.C.I. da; KIST, V.; PAULA, T.O.M. de; BARBOSA, M.H.P.; OLIVEIRA, R.A. de; DAROS, E. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de cana-de-açúcar no estado de Minas Gerais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.24, n.4, p.587-593, abr, 2012

SMITH, H.F. A discriminant function for plant selection. **Annual Eugenetic**, Ottawa, v.7, p.240-250, 1936.

SOUZA JUNIOR, C.L. **Componentes de variância genética e suas implicações no melhoramento vegetal**. Piracicaba: FEALQ, 1989.

SOUZA JUNIOR, C.L. **Melhoramento de espécies de reprodução vegetativa**. Piracicaba: ESALQ, 1995. 41p.

STUPIELLO, J. P. Pureza da cana e seu impacto no processamento. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 18, n. 3, p.12 , 2000.

SUBANDI, W.; COMPTON, A.; EMPIG, L.T. Comparison of the efficiencies of selection indices for three traits in two variety crosses of corn. **Crop Science**, Madison, v.13, n. 2, p. 184-186, Mar./Apr. 1973.

TASSO JÚNIOR, L.C. **Caracterização agrotecnológica de cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) na região centro-norte do estado de São Paulo**. 2007. 167 p. Tese (Doutorado em Agronomia) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007.

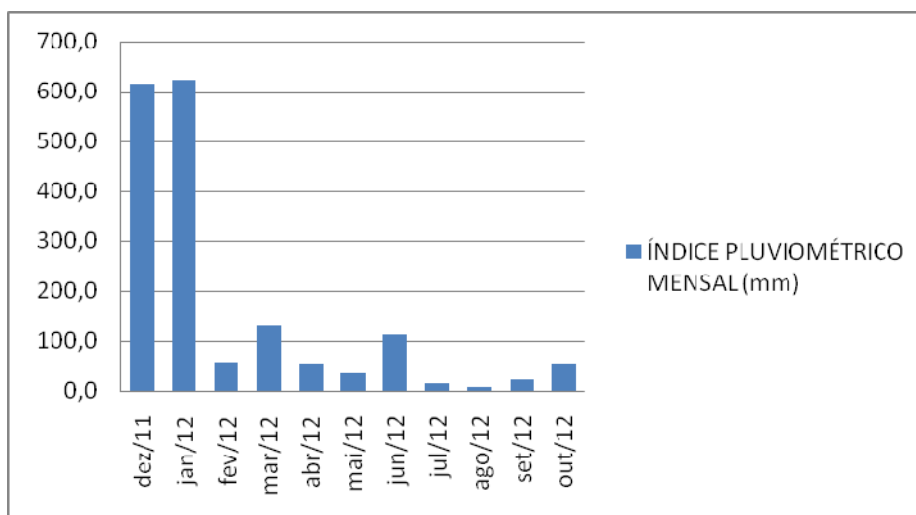
TEXEIRA, D.H.L. Índices de seleção no aprimoramento simultâneo dos componentes da produção de frutos em açaizeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.2, p.237-243, fev. 2012.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR - ÚNICA. **Relatório final da safra 2011/2012**. 2012. Disponível em: <<http://www.unicadata.com.br/listagem.php?idMn=72>>. Acesso em: 25 jun. 2013.

WILLIAMS, J.S. The evolution of a selection index. **Biometrics**. North Carolina, v. 18, n. 3, p. 375-393, 1962.

**APÊNDICE**

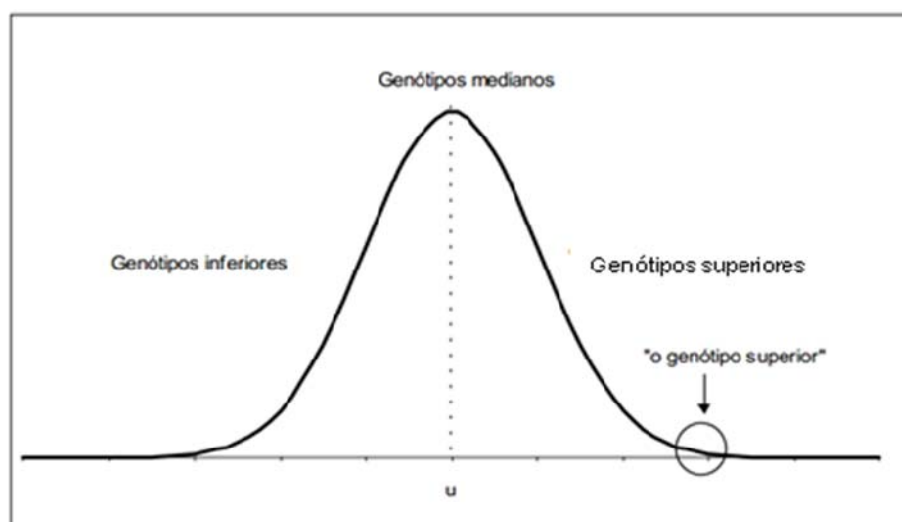
APÊNDICE A - Índice pluviométrico mensal ocorrido na área experimental de dezembro de 2011 a outubro de 2012. Lavras – MG.





**ANEXOS**

ANEXO A- Distribuição fenotípica (genotípica) de um caráter quantitativo (Fonte: BRESSIANI, 2001)



ANEXO B – Dados de temperatura obtidos na Estação Meteorológica da Universidade Federal de Lavras de dezembro de 2011 a outubro de 2012. Lavras-MG.

| Mês/Ano | Temperatura Máxima | Temperatura Mínima | Temperatura Média |
|---------|--------------------|--------------------|-------------------|
| dez/11  | 27,5               | 18,0               | 22,2              |
| jan/12  | 27,1               | 18,0               | 21,4              |
| fev/12  | 29,3               | 18,3               | 23,1              |
| mar/12  | 28,8               | 17,7               | 22,3              |
| abr/12  | 27,6               | 17,1               | 21,4              |
| mai/12  | 23,9               | 13,3               | 17,6              |
| jun/12  | 24,2               | 13,7               | 17,9              |
| jul/12  | 24,6               | 11,2               | 16,8              |
| ago/12  | 25,2               | 12,5               | 18,0              |
| set/12  | 28,5               | 14,1               | 20,3              |
| out/12  | 30,7               | 16,8               | 23,0              |

ANEXO C - Resultado da análise de solo da área experimental. Lavras-MG, 2010.

| Profundidade da amostragem | pH H <sub>2</sub> O | P Mehlich                    | K  | Ca <sup>2+</sup>                               | Mg <sup>2+</sup> | Al <sup>3+</sup> | H+Al |
|----------------------------|---------------------|------------------------------|----|--|------------------|------------------|------|
|                            |                     | ---- mg/dm <sup>3</sup> ---- |    | ----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ----- |                  |                  |      |
| cana 0-20cm                | 5,3                 | 0,5                          | 15 | 0,6  | 0,5              | 0                | 4    |
| cana 20-40 cm              | 5,3                 | 1                            | 29 | 0,8  | 0,5              | 0,1              | 4,5  |

| Profundidade da amostragem | SB   | t   | T   | V             | m | M.O.   | P-rem |
|----------------------------|--|-----|-----|---------------|---|--------|-------|
|                            | ----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ----- |     |     | ----- % ----- |   | dag/kg | mg/L  |
| cana 0-20cm                | 1,1  | 1,1 | 5,1 | 22            | 0 | 2,1    | 12    |
| cana 20-40 cm              | 1,4  | 1,5 | 5,9 | 23            | 7 | 2,8    | 8     |