



LUÍS EDUARDO VILLAR CESAR

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA E
CARACTERIZAÇÃO DE VARIEDADES DE
CANA-DE-AÇÚCAR PARA A PRODUÇÃO DE
CACHAÇA ARTESANAL**

LAVRAS - MG

2013

LUÍS EDUARDO VILLAR CESAR

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA E CARACTERIZAÇÃO DE VARIEDADES
DE CANA-DE-AÇÚCAR 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 Coordenadoria de Produtos e
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Cesar, Luís Eduardo Villar.

Divergência genética e caracterização de variedades de cana-de-
açúcar para a produção de cachaça artesanal / Luís Eduardo Villar
Cesar. – Lavras : UFLA, 2013.

95 p. : il.

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

Orientador: Adriano Teodoro Bruzi.

Bibliografia.

1. *Saccharum* spp. 2. Acessos. 3. Melhoramento de plantas. 4.
Variabilidade genética. 5. Divergência genética. I. Universidade
Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 633.6123

LUÍS EDUARDO VILLAR CESAR

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA E CARACTERIZAÇÃO DE VARIEDADES
DE CANA-DE-AÇÚCAR 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 10 de Julho de 2013.

Dr. Julio Cesar Garcia	IAC
Dr. Wagner Pereira Reis	UFLA
Dr. Luiz Antônio de Bastos Andrade	UFLA

Dr. Adriano Teodoro Bruzi
Orientador

**LAVRAS - MG
2013**

AGRADECIMENTOS

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

À empresa Cachaça Artesanal João Mendes e a todos os seus funcionários, pela parceria e concessão de uso de suas estruturas para instalação e condução do experimento de campo.

Ao Centro de Cana do Instituto Agrônomo de Campinas pelo apoio na realização das análises tecnológicas.

Ao professor Dr. Adriano Teodoro Bruzi pela orientação, dedicação e seus ensinamentos para a realização deste trabalho.

Aos professores Dr. Luiz Antônio de Bastos Andrade e Dr. José Ailton Rodrigues Nunes pela coorientação, por seus ensinamentos.

À minha esposa Gláucia e minha filha Vitória pelo apoio incondicional a essa empreitada, permanecendo a meu lado em todos os momentos e decisões durante o desenvolvimento desse trabalho.

Aos colegas Luciane, Marcos, Alexandre, Paula, João, Gabrielle, Joaquim, Eduardo e Felipe pela valiosa ajuda na condução e avaliação dos experimentos.

RESUMO GERAL

Os objetivos do presente trabalho foram, caracterizar o potencial agronômico, tecnológico e morfológico de variedades de cana-de-açúcar utilizadas para a produção de cachaça artesanal de alambique, na região do município de Lavras – MG; bem como, estudar a divergência genética entre acessos e variedades de cana-de-açúcar, utilizando a descrição morfológica de variáveis multicategóricas. Para o primeiro estudo avaliou-se os caracteres, Brix % caldo, POL % cana, Fibra % cana, Pureza % cana, ATR kg.t^{-1} , Tonelada de Cana por Hectare (TCH), Tonelada de POL por Hectare (TPH), Despalha, Perfilhamento e Joçal. Para o estudo de divergência foram realizadas análises de dissimilaridade e agrupamento pelo método de Tocher. O experimento de campo foi instalado no município de Perdões – MG. Foram avaliados 35 acessos regionais oriundos de coleta de germoplasma e 04 variedades, utilizando um delineamento do tipo one-way. Em função dos resultados obtidos pode-se concluir que há variabilidade entre os acessos avaliados para os caracteres agronômicos, tecnológicos e morfológicos; os acessos L2, P14, P17, L29 e L33 apresentam elevada capacidade produtiva e boa adaptação local, propiciando bom rendimento industrial; há divergência genética entre os acessos avaliados para as características estudadas.

Palavras-chave: *Saccharum* spp.. Acessos. Variabilidade genética. Divergência genética. Melhoramento de plantas.

GENERAL ABSTRACT

The objectives of this study were to characterize the agronomic, technological and morphological potential of sugarcane varieties used for production of craft brewed cachaça (distilled sugarcane alcohol) from a still in the region of Lavras, MG, Brazil, as well as to study the genetic diversity among accessions and varieties of sugarcane used in the morphological description of multicategorical variables. For the first study, the following traits were evaluated: Brix % of juice, POL % of sugarcane, Fiber % of sugarcane, Purity % of sugarcane, ATR kg.ton⁻¹ (total recoverable sugar per ton of sugarcane), Tons of Sugarcane per Hectare (TCH), Tons of POL per Hectare (TPH), Dehusking, Tillering and Leaf Hairiness. For the study of divergence, dissimilarity and grouping analyses were performed by the Tocher method. The field experiment was set up in the municipality of Perdões - MG. Thirty-five regional accessions derived from germplasm collection and 04 varieties were evaluated using a one-way design. Based on the results obtained, it may be concluded that there is variability among the accessions evaluated for the agronomic, technological and morphological traits. Accessions L2, P14, P17, L29 and L33 exhibit high yield capacity and good local adaptation, providing for good industrial production. There is genetic divergence among the accessions evaluated for the characteristics studied.

Keywords: *Saccharum* spp.. Accessions. Genetic variability. Genetic divergence. Plant breeding.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1	Relação de variedades e acessos avaliados no experimento...	39
Tabela 2	Análise de variância dos caracteres tecnológicos e agronômicos de produção, Brix % caldo (B), Fibra % cana (F), Pureza % cana (P), POL % cana (POL), ATR kg.t ⁻¹ (ATR), TCH (Tonelada de Cana por Hectare) e TPH (Tonelada de POL por Hectare).....	47
Tabela 3	Médias dos caracteres tecnológicos e agronômicos de produção Brix % caldo (B), Fibra % cana (F), Pureza % cana (P), POL % cana (POL), ATR kg.t ⁻¹ (ATR), Tonelada de Cana por Hectare (TCH) e Tonelada de POL por Hectare (TPH).....	49
Tabela 4	Resultados da análise de variância de caracteres morfológicos Despalha, Joçal e Perfilhamento.....	55
Tabela 5	Médias dos principais indicadores tecnológicos de produção da cana-de-açúcar Despalha, Joçal e Perfilhamento.....	56

CAPÍTULO 3

Tabela 1	Relação de variedades e acessos avaliados no experimento...	69
Tabela 2	Representação do agrupamento gerado pelo método de Otimização de Tocher com base na dissimilaridade genética entre os 39 acessos de cana-de-açúcar avaliados, mediante a utilização de 46 caracteres morfológicos.....	73

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1	10
1	INTRODUÇÃO GERAL	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	Importância econômica e social da cana-de-açúcar	13
2.2	Centro de origem e variabilidade genética em cana-de-açúcar	15
2.3	Fontes de variabilidade genética em programas de melhoramento de cana-de-açúcar	20
2.4	Caracterização morfológica e agronômica da cana-de-açúcar	22
2.5	Diversidade genética	24
	REFERÊNCIAS	27
	CAPÍTULO 2 POTENCIAL AGRONÔMICO, TECNOLÓGICO E MORFOLÓGICO DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR UTILIZADAS NA PRODUÇÃO DE CACHAÇA ARTESANAL DE ALAMBIQUE	33
1	INTRODUÇÃO	36
2	MATERIAL E MÉTODOS	38
2.1	Local	38
2.2	Plano experimental e tratamentos genéticos avaliados	38
2.3	Características agronômicas avaliadas	41
2.4	Características tecnológicas avaliadas	41
2.4.1	Brix	42
2.4.2	Pureza	42
2.4.3	Fibra	43
2.4.4	POL % caldo e POL % cana	43
2.4.5	Açúcar Total Recuperável (ATR)	44
2.5	Características morfológicas avaliadas	45
2.6	Análise estatística dos dados fenotípicos	45
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4	CONCLUSÃO	59
	REFERÊNCIAS	60
	CAPÍTULO 3 DIVERGÊNCIA GENÉTICA DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR COLETADAS NA REGIÃO DE LAVRAS – MG	63
1	INTRODUÇÃO	66
2	MATERIAL E MÉTODOS	68
2.1	Local	68
2.2	Plano experimental e tratamentos genéticos avaliados	68

2.3	Características avaliadas e estudo de divergência genética.....	70
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	73
4	CONCLUSÃO.....	77
	REFERÊNCIAS.....	78
	APÊNDICE.....	80
	ANEXO.....	87

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

A cultura da cana-de-açúcar permanece em expansão no Brasil. Para a safra 2012/2013 a área planta da foi de 8,530 milhões de hectares, com capacidade produtiva prevista de 597 milhões de toneladas de colmos industrializáveis. O Brasil é o maior produtor mundial da cultura, com destaque para a produção dos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Goiás, respectivamente (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2012).

O setor de produção da cana-de-açúcar convive com duas realidades distintas. De um lado estão empresas altamente tecnificadas que produzem açúcar, etanol, energia elétrica, bioplástico, óleo fúsel, aguardente e cachaça industrial. Do outro lado, estão os plantios para uso em diversos outros fins como a produção de forragem para alimentação animal, rapadura, melado e cachaça artesanal de alambique, esses últimos em sua maioria são realizadas por pequenos produtores e agricultores familiares, com menor acesso a técnicas que propiciem melhores rendimentos em suas atividades.

O Estado de Minas Gerais além de ser o segundo maior produtor de cana-de-açúcar para a indústria sucroenergética, também se destaca na produção de cachaça artesanal de alambique, responsável por mais de 50% do volume fabricado no Brasil. Atualmente o agronegócio da cachaça propicia uma renda anual estimada de 1,5 bilhão de reais, gerando direta e indiretamente cerca de 400 mil empregos, especialmente na agricultura familiar, com produção de 230 milhões de litros/safra (INSTITUTO BRASILEIRO DA CACHAÇA - IBRAC, 2013).

As cultivares de canas-de-açúcar utilizadas atualmente para o plantio são oriundas dos principais programas de melhoramento genético do Brasil e são recomendadas para produção sucroenergética. As características de importância

de uma cultivar tanto para produção industrial de açúcar e etanol como para produção de cachaça de alambique se equivalem em quase todos os aspectos, porém existem diferentes demandas em algumas características agronômicas como a despalha natural, presença de joçal e principalmente o percentual de fibra. A menor eficiência das moendas de alambique artesanal sugere a necessidade de uma cultivar de cana-de-açúcar com menor percentual de fibra do que aquelas utilizadas nas grandes agroindústrias, para que se obtenha uma maior extração do caldo de cana-de-açúcar.

Os produtores de cana-de-açúcar visando à produção de cachaça artesanal de alambique, na região de Lavras no estado de Minas Gerais, utilizam variedades há muito tempo cultivadas, que podem apresentar problemas de degenerescência varietal, muitas vezes impróprias ao solo e clima da região de cultivo. Por outro lado, estas variedades podem ser utilizadas como fonte de variabilidade genética em programas de melhoramento da cana-de-açúcar no Brasil.

Uma alternativa apregoada para avaliação da variabilidade são os estudos de divergência genética. Vários métodos têm sido relatados na literatura com o objetivo de se estudar a diversidade, como por exemplo, o uso de marcadores moleculares, o coeficiente de parentesco e o método de análise multivariada.

Em função do exposto, objetivou-se com este trabalho realizar a caracterização agronômica, tecnológica e morfológica de variedades de cana-de-açúcar utilizadas para a produção de cachaça artesanal, bem como estudar a divergência genética entre as cultivares utilizadas para a produção de cachaça artesanal de alambique.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância econômica e social da cana-de-açúcar

A cultura da cana-açúcar se constitui hoje em uma das principais atividades do mercado agrícola nacional. A colheita realizada na safra 2012/2013 abrange uma área plantada de 8,530 milhões de hectares, com capacidade produtiva de 597 milhões de toneladas de colmos industrializáveis (IBGE, 2012).

O Brasil é o maior produtor mundial de açúcar, o segundo produtor mundial de etanol e também o maior exportador mundial de açúcar e etanol. Como principais Estados produtores estão São Paulo, Minas Gerais e Goiás, com 52,8%; 8,7% e 7,9% da área cultivada do país, respectivamente (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2012).

A cana-de-açúcar é utilizada como matéria-prima para as agroindústrias do açúcar, etanol, aguardente, cachaça de alambique, bem como para a alimentação animal, açúcar mascavo, rapadura, melado e geração de energia, sendo assim uma importante fonte de geração de empregos e renda. Apesar da multiplicidade de uso da cana-de-açúcar, a quase totalidade da produção nacional é destinada para a produção de etanol e açúcar (DIAS, 2011).

Para o Estado de Minas Gerais, além do etanol e do açúcar, a cachaça artesanal constitui-se em um produto de grande relevância para a economia do Estado.

A cachaça artesanal de alambique ganhou reconhecimento como bebida destilada do Brasil a partir de 1982 com o diagnóstico feito pelo Instituto de Desenvolvimento Integrado de Minas Gerais, fazendo com que os produtores

atentassem para o grande potencial econômico e social da cachaça de alambique e a necessidade de organização do setor (IBRAC, 2013).

Nesse sentido, em 1988 foi criada a Associação Mineira dos Produtores de Aguardente de Qualidade (Ampaq), empenhando-se na divulgação e valorização da cachaça mineira, criando também o selo Ampaq que deu grande impulso e credibilidade a esse produto. Já em 1992 foi criado o Programa Mineiro de Incentivo à Produção de Aguardente, denominado Pró-cachaça.

O agronegócio da cachaça de alambique propicia uma renda anual estimada de 1,5 bilhão de reais, gerando direta e indiretamente cerca de 400 mil empregos, especialmente na agricultura familiar, com produção de 230 milhões de litros/safra, o que representa 18% da produção nacional de aguardente (IBRAC, 2013).

No ano de 2012 a cachaça passou a ser considerada um produto genuinamente e exclusivamente brasileiro no mercado norte-americano. Com esse reconhecimento da cachaça por parte dos Estados Unidos, incorpora-se valor à bebida e a expectativa é que os exportadores brasileiros consolidem as vendas no mercado americano (BRASIL, 2013).

As exportações brasileiras de cachaça atingiram US\$ 15 milhões em 2012 e, em volume, foram de 8,1 milhões de litros. O principal destino da cachaça brasileira foi a Alemanha, somando US\$ 2,3 milhões, seguido de perto pelos Estados Unidos, com US\$ 1,8 milhão (BRASIL, 2013).

Atualmente existem alambiques visando à produção de cachaças com maior qualidade direcionada para mercados mais nobres, como também a produção de cachaça realizada na informalidade, visando atender o consumo local, realizado de forma rústica e sem emprego de técnicas modernas de produção para obtenção de maior qualidade. Com a produção informal ocorrem diversos problemas como a baixa produtividade, resultante do manejo inadequado e o uso incorreto de variedades de cana-de-açúcar a muito tempo

cultivadas, com sérios problemas de degenerescência varietal e muitas vezes impróprias ao solo e clima onde são cultivadas (ANDRADE e CARDOSO, 2010).

2.2 Centro de origem e variabilidade genética em cana-de-açúcar

As variedades de cana-de-açúcar atualmente cultivadas surgiram principalmente da hibridação das espécies *Saccharum officinarum* e *Saccharum spontaneum* realizada pelos primeiros programas de melhoramento genético da cana-de-açúcar. A base genética da cultura da cana-de-açúcar utilizada até hoje em hibridações para seleção de novas cultivares provêm de ancestrais comuns de material introduzido e daqueles existentes nos bancos de germoplasma dos programas de melhoramento genético. O conhecimento dessa variabilidade é de grande importância na definição dos genitores a serem utilizados em novos cruzamentos (LANDELL e BRESSIANI, 2010).

De acordo com Figueiredo (2010), o centro de origem e diversidade da cana-de-açúcar não é totalmente estabelecido, sendo que não há uma consonância entre diferentes autores tanto na determinação do centro de origem, quanto na identificação de possíveis ancestrais. Em relação ao centro de origem da cana-de-açúcar, há diferentes citações sobre a localização geográfica, com indicações para Índia, Indonésia, Papua Nova Guiné, China e ilhas da Polinésia, Fiji e Salomão. Embora existam divergências em relação aos países, não há contradições nas citações da Ásia como centro de origem.

Estudos relacionados à caracterização morfológica das espécies que compõem o “Complexo *Saccharum*” demonstram que a capacidade de se intercruzarem sugere há existência de um ancestral comum para todas estas espécies. Das seis espécies que hoje formam a base de melhoramento do gênero

Saccharum, apenas duas são consideradas espécies selvagens: *S. spontaneum* e *S. robustum* (DANIELS e ROACH, 1987).

Acredita-se que plantas de *S. officinarum* e *S. edule* surgiram a partir da seleção de populações selvagens de *S. robustum* e que *S. barberi* e *S. sinense* são espécies derivadas da hibridação natural de *S. officinarum* e *S. spontaneum* (LANDELL e BRESSIANI, 2010).

Na sequência é feita a descrição de cada uma das espécies de *Saccharum*, apresentando detalhes de sua origem e diversidade genética e geográfica, além de evidenciar alguns aspectos morfológicos que caracterizam cada espécie.

Saccharum spontaneum é uma espécie altamente polimórfica, a variabilidade entre as plantas desta espécie é tão grande que somente na Índia, um dos principais centros de diversidade, já são conhecidos mais de 300 ecotipos. Plantas de *S. spontaneum* estão distribuídas desde o Japão, Indonésia, Papua-Nova Guiné até o Mediterrâneo e África. Formas desta espécie já foram coletadas em mais de 30 países (PANGE, 1933).

Plantas de *S. spontaneum* apresentam alta adaptabilidade, sendo encontrada em diversos ambientes como baixadas encharcadas, solos rochosos e regiões litorâneas; em altitudes desde ao nível do mar até as montanhas do Himalaia e condições climáticas de regiões de clima tropical a locais de inverno com neve, Pange e Srinivasan, (1957) citados por Figueiredo (2010).

A espécie possui número cromossômico total ($2n$) variando de 40 a 128, todos os indivíduos que compõem a espécie são poliplóides, podendo ser classificados de pentaplóides até hexadecaplóides com dezesseis cópias de cada um dos oito cromossomos. Plantas de *S. spontaneum* com $2n = 40$ são encontradas na região do norte da Índia e há hipóteses de sua origem ter ocorrido a partir da hibridação natural de plantas de *Sclerostachya* e *Erianthus* seção *Ripidium* (RAO e BABU, 1955).

Morfologicamente as plantas podem se desenvolver em pequenas touceiras em forma de tufo (tipo “capim”) com ou sem colmos, até em touceiras de hábito ereto com colmos de 2,5 metros de altura e diâmetro entre 5 a 13 milímetros. Os colmos são ricos em fibras e pobres no conteúdo de sacarose (JORDÃO JUNIOR, 2009).

O mesmo autor ainda relata que, plantas de *S. spontaneum* possuem internódios dos colmos normalmente longos e os nós são sempre mais finos que os internódios. As cores dos colmos variam em tonalidade de amarelo a verde, de acordo com a planta ou estágio de desenvolvimento. As folhas variam de quase ausência de limbo, com apenas a nervura central, até limbos de quatro cm de largura. Em geral, são plantas de grande perfilhamento e possuem um rizoma vigoroso que se distribui no solo de modo bastante invasivo.

A imensa variabilidade na espécie *S. spontaneum* é o fator que mais contribuiu com características de interesse agrônomo como vigor, dureza, perfilhamento, capacidade de rebrota de soqueira, resistência a estresse hídrico, salinidade, doenças e pragas (NAIDU e SREENIVASAN, 1987), além de ser uma das principais fontes de fibra em programas de melhoramento genético que visam o desenvolvimento de cultivares com grande potencial para a produção de biomassa (ROACH, 1977).

À espécie *Saccharum robustum* tem como centro de origem e diversidade a região de Nova Guiné. O mais aceito para a origem desta espécie é a de que ela surgiu a partir de hibridações naturais de *S. spontaneum* ($2n = 80$) com outros gêneros, principalmente de *Erianthus* e *Miscanthus*. (DANIELS et al., 1975).

Morfologicamente as plantas de *S. robustum* são extremamente vigorosas formando touceiras densas. Assim como em *S. spontaneum*, as plantas de *S. robustum* possuem colmos ricos em fibras e pouca sacarose. São frequentemente descritas como susceptíveis ao vírus do mosaico da cana-de-

açúcar. Embora haja interesse potencial na utilização desta espécie em programas de melhoramento genético devido ao seu vigor, há poucas citações da utilização da espécie, exceto nos híbridos produzidos pelo programa de melhoramento no Havá (DANIELS e ROACH, 1987; NAIDU e SREENIVASAN, 1987).

Com relação à espécie *Saccharum officinarum*, de forma diferente das espécies *S. spontaneum* e *S. robustum*, ela não é conhecida no estado seu selvagem ou natural. O centro de origem não é exatamente conhecido, embora haja relatos sugerindo a sua origem nas regiões da Indonésia, Birmânia e China, sendo o principal centro de diversidade localizado em Papua-Nova Guiné. Há também citações de outros centros como Índia, norte da África, Malásia, Ilha de Fiji e Polinésia (RAO e BABU, 1955).

Essa espécie possui número cromossômico $2n = 80$ com $x = 10$, todos os indivíduos que compõem a espécie são poliploides, sendo classificados como octaplóides, o que significa ter oito cópias de cada um dos dez cromossomos. É a única espécie dentro do gênero *Saccharum* em que o número cromossômico não é variável entre os indivíduos (JORDÃO JUNIOR, 2009).

Ferrari (2010) diz que *Saccharum officinarum* é conhecida como “cana nobre”, apresentando como principais características o baixo teor de fibra, colmos grossos e suculentos, com diâmetro variando de 14 a 46 milímetros e com porcentagem de sacarose entre 7 e 22%, com grande diversidade de cores, folhas largas com limbos variando de 5 a 7 centímetros e touceiras com poucos perfilhos.

Saccharum officinarum foi à espécie mais cultivada no mundo até o início do século XX. No Brasil à espécie foi introduzida durante o período da colonização por Martim Afonso de Souza em 1532, na capitania de São Vicente, atual Estado de São Paulo, através de mudas trazidas da Ilha da Madeira dando início ao ciclo do açúcar no país (FIGUEIREDO, 2010).

Enquanto a espécie era cultivada, variedades de *S. officinarum* eram selecionadas de acordo com sua produtividade. A primeira variedade que se tornou conhecida e plantada em escala mundial foi a “Creoula”. Em seguida, surgiu outra variedade denominada de “Otaheite”, sendo então disseminada pelo mundo, recebendo diferentes nomes de acordo com a região em que foi cultivada, como “Bourbon”, “Lahaina” e “Vellai” (FERRARI, 2010).

Desde as primeiras décadas do século XX deixou de ser cultivada extensivamente por possuir susceptibilidade a diversas doenças, tornando-se base nos programas de melhoramento genético juntamente com *S. spontaneum* na formação das atuais variedades de cana-de-açúcar. *S. officinarum* contribuiu como fonte genética para produção de sacarose e outras características importantes, entre elas, colmos suculentos, boa pureza do caldo e teor de fibra adequado para moagem (NAIDU e SREENIVASAN, 1987).

Saccharum sinense e *Saccharum barberi*, são espécies de morfologias parecidas e provavelmente exista uma origem genética comum; não há definição segura sobre a origem geográfica destas espécies, a hipótese mais provável considera a China e o norte da Índia como os centros de origem para *S. sinense* e *S. barberi*, respectivamente (DANIELS e ROACH, 1987).

Tal como *S. officinarum*, as espécies *S. sinense* e *S. barberi* foram espécies cultivadas. *S. barberi* foi primeiramente cultivada de modo mais restrito no norte da Índia, por ser adaptada e originada daquela região. *S. sinense* foi cultivada em algumas regiões diferentes do mundo, como no Brasil por volta de 1860, nas Ilhas Maurício em 1870, EUA e Porto Rico no início do século XX.

Há inúmeras citações indicando tolerância ao vírus do mosaico da cana-de-açúcar em *S. sinense*, justificando assim a ampla disseminação desta espécie da China para outras regiões do mundo. Como principais características morfológicas apresentam colmos finos a médios e possuem interesse no

melhoramento atual, principalmente devido à dificuldade de florescimento e a esterilidade (FERRARI, 2010).

Saccharum edule tem como centro de origem a região de Nova Guiné e Ilha de Fiji, essa espécie é frequentemente citada como produto de hibridação de *S. officinarum* ou *S. robustum*, cruzada com outro gênero, possivelmente *Miscanthus* (DANIELS e ROACH, 1987).

É uma espécie incomum, que tem como principal característica a formação de inflorescências abortivas. Dessa forma, não há participação de *S. edule* em programas de melhoramento. Nas regiões citadas como centro de origem, a espécie é ainda hoje cultivada por nativos que utilizam sua inflorescência como fonte de alimentação (JAMES, 2004).

2.3 Fontes de variabilidade genética em programas de melhoramento de cana-de-açúcar

Como forma de ampliar a variabilidade genética é comentado por diversos autores a importância de introdução, intercâmbio, coleta, avaliação, documentação e conservação de germoplasma com os principais objetivos de ampliar e disponibilizar a variabilidade nos programas de melhoramento. Os recursos genéticos disponíveis são considerados a matéria prima, fonte principal para qualquer programa de melhoramento, na busca por genótipos mais adaptados, manipulando genes por métodos convencionais ou por técnicas baseadas no DNA recombinante (NASS et al., 2008).

A coleta de acessos é condição essencial para formação de um banco de germoplasma ativo no início de um programa de melhoramento genético que visa ampliar a diversidade de uma espécie em estudo. Existem quatro tipos ou grupos a serem considerados em uma coleta de germoplasma, sendo eles constituídos por; a) espécies cultivadas ou variedades obsoletas oriundas de

programas de melhoramento genético ou não, que já estão ultrapassadas; b) cultivares primitivas ou raças locais, “*landraces*”; c) parentes silvestres de plantas cultivadas; d) espécies silvestres com potencial de domesticação (VENCOVSKY et al., 2008).

Definido qual grupo deve ser objetivo do trabalho a coleta é então realizada em três etapas, denominadas; a) pré-coleta, onde é executado o planejamento logístico da intervenção; b) coleta; c) pós-coleta, onde esses acessos serão trabalhados e introduzidos (NASS et al., 2008).

De forma mais detalhada temos os aspectos de maior relevância nas distintas operações.

Dê acordo com o mesmo autor, na pré-coleta devem ser observados informações de natureza técnica e logística, definindo o local e o produto a ser coletado e sua prioridade dentro do sistema de pesquisa, considerando que uma expedição de coleta envolve diferentes regiões geográficas, muitas vezes distantes e de acesso limitado, com a necessidade de uma equipe para sua realização e custo elevado, são sugeridos alguns itens a fim de simplificar e aperfeiçoar essa operação, como a revisão bibliográfica do agente em estudo, o reconhecimento da existência prévia desses acessos, a metodologia de amostragem, os itinerários a serem executados, a formação da equipe de coleta, os aspectos legais dessa coleta e a infraestrutura exigida.

Após todos esses quesitos atendidos pode-se assim realizar a coleta dos acessos observando alguns aspectos que auxiliam no sucesso da operação. Entre eles a organização do evento, a documentação detalhada de cada acesso, o tempo de estocagem do material, para manter a integridade e viabilidade dos acessos, o manuseio do germoplasma durante a expedição (VENCOVSKY et al., 2008).

Para finalizar, a pós-coleta completa a missão com atividades de triagem e plantio das mudas, descrição dos dados de anotações de campo, organização de materiais fotográfico da coleta e expedição e relatório final das fases de coleta,

constando as metodologias utilizadas, os locais percorridos, listagem dos acessos coletados, as observações pertinentes e demais dados relevantes da missão (NASS et al., 2008).

2.4 Caracterização morfológica e agronômica da cana-de-açúcar

A caracterização morfológica de variedades é uma das ferramentas que permite distinguir diferentes tipos de cana-de-açúcar e requer um estudo metuculoso dos vários aspectos organográficos, os estudos do conjunto destas características permitem a individualização de uma cultivar (LANDELL e BRESSIANI, 2010).

Os trabalhos de Artschwager e Brandes (1958), ainda são utilizados como fonte para construção dos principais descritores botânicos da cana-de-açúcar em países como EUA, Austrália e Brasil. Esses trabalhos também serviram de base para o desenvolvimento do documento “Descritores Botânicos da Cana-de-Açúcar” publicado no Diário Oficial da União do dia 05/03/98 (n 43-Seção I, páginas 95 a 98).

A (União Internacional para a Proteção das Obtenções Vegetais) desenvolveu o documento TG 186-1 – Sugarcane Guideline, sendo esse hoje também utilizado como base para descrição botânica das variedades da cana-de-açúcar. (UNIÃO INTERNACIONAL PARA A PROTEÇÃO DAS OBTENÇÕES VEGETAIS - UPOV, 2012).

A descrição baseada em critérios morfológicos e botânicos é a maneira mais comum de caracterização de uma cultivar, existindo vários descritores relacionados à touceira da cana-de-açúcar, que fornecem uma visão mais contextual das variedades. Seguindo para um maior detalhamento, são utilizados descritores para o colmo da cana-de-açúcar, os quais abrangem todas as estruturas relacionadas, como, as gemas, nó e entrenó; finalmente detalhando-se

a copa foliar caracterizando as folhas, bainhas e palmito (LANDELL e BRESIANI, 2010).

Um fator de importância fundamental para o desenvolvimento das atividades de produção de cachaça artesanal de alambique é o reconhecimento das características tecnológicas e agronômicas da cana-de-açúcar, tais como, a produtividade de colmos por hectare, alto teor de sacarose, rápido desenvolvimento inicial, bom fechamento das entrelinhas, boa brotação de soqueira, colmos com diâmetro médio e uniforme, ausência de rachaduras, despalha natural ou fácil, ausência de joçal, teor de fibra mais baixo e com alto rendimento em extração de caldo (FERNANDES, 2005; TRENTO FILHO, 2008), já que as moendas utilizadas nos alambiques são extremamente simples, ao contrário das unidades produtoras de açúcar e etanol que trabalham com três ternos de moendas.

De acordo com Dinardo-Miranda et al., 2010, uma variedade de cana-de-açúcar deverá reunir um conjunto de características favoráveis como, resistência ou tolerância às doenças e praga, acúmulo elevado de sacarose nos períodos de colheita, tolerância à seca, ausência de florescimento e isoporização, teor de fibra adequado, capacidade de brotação sobre palha, uniformidade de altura e diâmetro de colmo, hábito ereto de crescimento, rápido desenvolvimento inicial e fechamento de linhas, despalha fácil ou espontânea, tolerância a frio.

A caracterização agronômica de variedades é necessária em um programa de melhoramento de cana-de-açúcar para a seleção de genótipos de adaptação ampla com base na medida dos diversos locais a serem avaliadas. Entre as características a serem observadas estão o perfil agrônomo de cada cultivar, levando-se em conta o aumento da produtividade via eliminação dos defeitos da espécie cultivada, aumento do potencial da produção “*per se*” e a otimização das características morfofisiológicas das plantas (BORÉM, 1998).

A caracterização agronômica deve ser contemplada com intuito da escolha correta das variedades adaptadas a diferentes locais e condições edafoclimáticas, sendo de fundamental relevância o conhecimento principalmente do perfil agronômico de cada cultivar de cana-de-açúcar, das características quanto à maturação e PUI (Período Útil de Industrialização), da biometria e a caracterização quanto à estabilidade fenotípica (LANDELL e BRESSIANI, 2010).

2.5 Diversidade genética

Estudos de diversidade genética tem sido de grande importância em programas de melhoramento, por fornecerem informações sobre caracteres de identificação de genitores que possibilitem grande efeito heterótico e maior segregação em recombinantes, aumentando a probabilidade do aparecimento de genótipos superiores nas progênes. Além disso, possibilita a identificação de duplicatas, reduzindo assim, gastos consideráveis na manutenção de bancos de germoplasma. Há existência de variabilidade genética é essencial para o sucesso de programas de melhoramento de praticamente todos os caracteres de importância econômica (RODRIGUES et al., 2002).

O conhecimento da diversidade genética entre as variedades locais e as melhoradas subsidiam os programas de melhoramento de plantas, possibilitando explorar a variabilidade existente e já adaptada às condições climáticas locais.

Estudos de caracterizações morfológicas e agronômicas das plantas cultivadas são importantes para se conhecer a divergência genética do conjunto de germoplasma disponível (FRANCO et al., 2001).

Existem duas maneiras de se inferir sobre a diversidade genética: de forma quantitativa e de forma preditiva. Entre as de natureza quantitativa, citam-se as análises dialélicas, nas quais são necessários os cruzamentos entre os

genitores e sua posterior avaliação. As de natureza preditiva têm por base as diferenças morfológicas, de qualidade nutricional, fisiológicas ou moleculares, quantificadas em uma medida de dissimilaridade que possa expressar o grau de diversidade genética entre os genitores (CRUZ e CARNEIRO, 2006).

A utilização de técnicas multivariadas para estimar a divergência genética tem se tornado comum, sendo empregada em vários trabalhos e em diversas culturas, tais como cana-de-açúcar (DUTRA FILHO et al., 2011), eucalipto (SCAPIM et al., 1999), milho (MELO, 2001 et al., BONETT, 2006, CEOLIN et al., 2007).

A variabilidade genética utilizada para seleção em cana-de-açúcar provém dos cruzamentos entre genitores de interesse, que apresentam um grupo de genes relacionados a caracteres importantes nos aspectos de produção. Em um programa de melhoramento de cana-de-açúcar por hibridação, com o intuito de desenvolver uma nova variedade, é necessário que se tenha variabilidade genética nos progenitores envolvidos para melhor selecioná-los.

Uma maior probabilidade de obtenção de uma nova variedade se dá quando se efetuam seleção e cruzamentos entre genitores que apresentam caracteres agronômicos de interesses favoráveis (PEDROZO et al., 2009). É fundamental avaliar a divergência genética entre os genitores envolvidos, para que através dos cruzamentos realizados aumente a possibilidade de obtenção de indivíduos com potencial heterótico (SUDRE et al., 2005).

De acordo com Shimoya et al. (2002), a divergência genética pode ser quantificada por métodos preditivos que levam em conta caracteres agronômicos, fisiológicos, morfológicos e moleculares. Ao utilizar medidas de dissimilaridade, o número de estimativas obtidas é muito grande, tornando impraticável o reconhecimento de grupos homogêneos pelo simples exame visual destas estimativas.

Os melhoristas utilizam os métodos de agrupamento ou de projeções de distâncias em gráficos bidimensionais, tomando por base as coordenadas obtidas a partir da medida de dissimilaridade escolhida (CRUZ e CARNEIRO, 2006).

Os métodos de agrupamento podem ser divididos em hierárquicos e de otimização. Entre os métodos de otimização mais utilizados na área de melhoramento vegetal destaca-se o de Tocher. Neste método adota-se o critério de que a média das medidas de dissimilaridade dentro de cada grupo deve ser menor que as distâncias médias entre quaisquer grupos (CRUZ, 2005).

O método de Tocher é empregado como técnica de agrupamento por otimização, e tem como princípio básico manter a homogeneidade dentro e heterogeneidade entre os grupos formados (SOUZA et al., 2011).

REFERÊNCIAS

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

ARTSCHWAGER, E.; BRANDES, E.W. Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.): origin, classification, characteristics, and descriptions of representative cultivar. Washington: Agricultural Research Service, Crops Research Division, 1958. (Agriculture Handbook , 122).

BONETT, L. P. Divergência genética em germoplasma de feijoeiro comum coletado no Estado do Paraná, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 04, p. 547-560, dez. 2006.

BORÉM, A. Interação genótipo X ambiente. In: BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, MG, 1998. p. 105-116.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento , Indústria e Comércio Exterior. **Cachaca é reconhecida como produto brasileiro pelos EUA**. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2013/03/27/cachaca-e-reconhecida-como-produto-brasileiro-pelos-eua>>, Acesso em: 25 jun. 2013.

CEOLIN, A.C.G.; GONÇALVES-VIDIGAL, M.C.; VIDIGAL FILHO, P.S.; KVITSCHAL, M.V.; GONELA, A.; SCAPIM, C.A. Genetic divergence of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) group Carioca using morpho-agronomic traits by multivariate analysis. **Hereditas**, Oxford, v.144, n. 1, p.1-9, Mar. 2007.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Primeiro levantamento de cana-de-açúcar abril/2012**. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/Primeiro Levantamento de cana-de-açúcar abril/2012](http://www.conab.gov.br/Primeiro%20Levantamento%20de%20cana-de-a%C3%A7%C3%BAcar%20abril/2012)>. Acesso em: 22 out. 2012.

CRUZ, C. D. **Princípios de genética quantitativa**. Viçosa, MG: UFV, 2005. 394 p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. v.2, p. 585.

DANIELS, J.; SMITH, P.; PATON, N.; WILLIAMS, C.A. The origin of the genus *Saccharum*. **Sugarcane Breeding Newsletter**, Tamil Nadu, v. 36, p. 24-39, 1975.

DANIELS, J.; ROACH, B.T. Taxonomy and evolution in sugarcane. In: HEINZ, D.J. (Ed.). **Sugarcane improvement through breeding**. Amsterdam: Elsevier Press, 1987.

DIAS, L. A. dos S. Biofuel plant species and the contribution of genetic improvement. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 11,,: p.16-26, 2011. Supl.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M. de; LANDELL, M.G. de A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2010. 882 p.

DUTRA FILHO, J. A.; BASTOS, G. Q.; RESENDE, L. V.; MELO, L. J. O. T. Avaliação agroindustrial e dissimilaridade genética em progênies e variedades RB de cana-de-açúcar. **Agropecuária Técnica**, João Pessoa, v. 32, p. 55-61, 2011.

FERNANDES, O. W. B. **Avaliação de cultivares de cana-de-açúcar para a produção de cachaça artesanal e a interferência dos resultados no comportamento do produtor na região de Salinas-MG**, 2005. 83p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Rio Janeiro, Seropédica, 2005.

FERRARI, F. **Caracterização cromossômica em cana-de-açúcar (*Saccharum ssp.*)**. 2010. 94 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade de Campinas, Campinas, 2010.

FIGUEIREDO, P. **Breve historia da cana-de-açúcar e do papel do instituto agrônomo no seu estabelecimento no Brasil**. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M. de; LANDELL, M.G. de A. (Ed.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: IAC, 2012. p. 31 – 40.

FRANCO, M.C.; CASSINI, S.T.A.; OLIVEIRA, V.R.; TSAI, S.M. Caracterização da diversidade genética em feijão por meio de marcadores RAPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 10, p.381- 385, out. 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRÁFICA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Indicadores de Produção Agrícola 2012**. 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>>. Acesso em: 10 out. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DA CACHAÇA – IBRAC. **O panorama do setor da cachaça e as oportunidades para o micro e pequeno produtor**. 2013. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/setor/derivados-de-cana/cachaca/mercado/no-brasil/O%20panorama%20do%20setor%20da%20Cachaca%20%20-%20IBRAC.pdf>>. Acesso em: 07 maio 2013.

JAMES, G.L. (Ed.). An introduction to sugarcane. In: _____. **Sugarcane**. Oxford: Blackwell Publishing, 2004. p. 1-19.

JORDÃO JUNIOR, H. **Desenvolvimento em um sistema baseado em marcadores moleculares de DNA do tipo de microssatélites para identificação de acessos de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**, 2009. 111 p. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) – Universidade de Campinas, Campinas, 2009.

LANDELL, M.G. de A.; BRESSIANI, J.A. **Melhoramento genético, caracterização e manejo varietal**. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.;

VASCONCELOS, A.C.M. de; LANDELL, M.G. de A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: IAC, 2010. p. 101-156.

MELO, W.M.C.; PINHO, R.G.V.; FERREIRA, D.F. Capacidade combinatória e divergência genética em híbridos comerciais de milho. **Ciência e Agrotécologia**, Lavras, v. 25, n. 4, p.821-830, jul./ago. 2001.

NAIDU, K.M.; SREENIVASAN, T.V. Conservation of sugarcane germplasm. In: COOPERSUCAR INTERNATIONAL BREEDING WORKSHOP: COOPERSUCAR TECHNOLOGY CENTER. Piracicaba: Cooperativa de Produtores de Cana, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo, 1987. p. 33.

NASS, L. L.; NISHIKAWA, M. A. N.; FÁVERO, A. P.; LOPES, M. A. Pré-melhoramento de germoplasma vegetal. In: NASS, L.L. (Org.). **Recursos genéticos vegetais**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2008. p. 683-716.

PANGE, R.R. *Saccharum spontaneum* L. A comparative study of the forms grown at the imperial Sugarcane Breeding Station, Coimbatore. **Indian Journal of Agriculture Science**, New Delhi, v.3, n.1, p.1- 10, 1933.

PEDROZO, C. A.; BENITES, F.R.G.; BARBOSA, M. H. P.; RESENDE, M. D. V.; DA SILVA, F. L. Eficiência de Índices de seleção utilizando a metodologia REML/BLUP no melhoramento da cana-de-açúcar. **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 31-36, 2009.

RAO, J.T.; BABU, C.N. Chromosome numbers in *Saccharum spontaneum* L. **Current Science**, Bangalore, v. 24, n. 1, p. 53-54, 1955.

RODRIGUES, L.S.; ANTUNES, I.F.; TEIXEIRA, M.G.; SILVA, J.B. Divergência genética entre variedades locais e cultivares melhoradas de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n. 9, p.1275-1284, set. 2002.

ROACH, B.T. *Saccharum spontaneum*: utilization of wild germplasm in breeding. **Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists**, Campinas, v.16, p. 233-238, 1977.

SCAPIM, C.A.; PIRES, I.E.; CRUZ, C.D.; AMARAL JUNIOR, A.T.; BRACCINI, A.; L.; OLIVEIRA, V.R. Avaliação da diversidade genética em *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, por meio da análise multivariada. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 46, n. 266, p.347-356, jul. 1999.

SHIMOYA, A.; CRUZ C. D.; FERREIRA R.P.; PEREIRA A. V.; CARNEIROP. C. S. Divergência genética entre acessos de um banco de germoplasma de capim-elefante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 7, p. 971-980, jul. 2002.

SOUZA, A. E. R.; OLIVEIRA, F. J.; ANUNCIAÇÃO FILHO, C. J.; MELO FILHO, P. A.; MELO, L. J. A. T.; TABOSA, J. M. Seleção de famílias RB visando à alta produtividade e precocidade na maturação em cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4, p.788-795, dez. 2011.

SUDRÉ, C. P.; RODRIGUES, R.; RIVA, E. M.; KARASAWA, M.; AMARAL JÚNIOR, A. T. Divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão utilizando técnicas multivariadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 22-27, mar. 2005.

TRENTO FILHO, A. J. **Produção de cana-de-açúcar e qualidade da cachaça em Morretes, PR**, 2008. 91p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Fitotecnia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

INTERNATIONAL UNION FOR THE PROTECTION OF THE NEWS VARIETES OF PLANTS – UPOV. 2012. Disponível em: <<http://www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg186.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2012.

VENCOVSKY, R.; NASS, L. L.; CORDEIRO, C. M. T.; FERREIRA, M. A. J.
F. Amostragem em recursos genéticos vegetais. In: NASS, L.L.. (Org.).
Recursos genéticos vegetais. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e
Biotecnologia, 2007. v.1, p. 231-280.

CAPÍTULO 2

**POTENCIAL AGRONÔMICO, TECNOLÓGICO E MORFOLÓGICO DE
VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR UTILIZADAS NA PRODUÇÃO DE
CACHAÇA ARTESANAL DE ALAMBIQUE**

RESUMO

No Estado de Minas Gerais a cachaça artesanal de alambique é um produto de grande relevância para a economia, especialmente na agricultura familiar, porém utilizam-se variedades antigas podendo apresentar degenerescência varietal, talvez impróprias ao solo e clima da região de cultivo, contudo estas podem ser utilizadas como alternativas para ampliação da variabilidade em programas de melhoramento da cana-de-açúcar. Objetivou-se nesse trabalho caracterizar o potencial agrônomo, tecnológico e morfológico de variedades de cana-de-açúcar utilizadas para a produção de cachaça artesanal na região do município de Lavras - MG. Um ensaio foi instalado no município de Perdões - MG, para avaliar 35 acessos regionais oriundos de coleta de germoplasma e 04 cultivares, utilizando um delineamento do tipo one-way. Foram avaliados os caracteres: Brix % caldo, POL % cana, Fibra % cana, Pureza % cana, ATR kg.ton⁻¹, TPH, TCH, Despalha, Perfilhamento e Joçal. Em função dos resultados obtidos pode-se concluir que há variabilidade genética entre os acessos avaliados para os caracteres agrônomo, tecnológico e morfológicos, os acessos L2, P14, P17, L29 e L33 apresentam elevada capacidade produtiva e boa adaptação local, propiciando bom rendimento industrial.

Palavras-chave: *Saccharum* spp.. Acessos. Variabilidade Genética. Melhoramento de Plantas.

ABSTRACT

In the state of Minas Gerais, Brazil, craft brewed cachaça (distilled sugarcane alcohol) from a still is a product of great importance to the economy, especially family agriculture. However, old varieties are used which may exhibit variety degeneration, which are perhaps inappropriate for the soil and climate of the growing region. Nevertheless, they may be used as alternatives for expansion of variability in sugarcane breeding programs. The objective of this study was to characterize the agronomic, technological and morphological potential of sugarcane varieties used for production of craft brewed cachaça in the region of the municipality of Lavras - MG. An experiment was set up in the municipality of Perdões - MG, to evaluate 35 regional accessions derived from germplasm collection and 04 varieties using a one-way design. The following traits were evaluated: Brix % of juice, POL % of sugarcane, Fiber % of sugarcane, Purity % of sugarcane, ATR kg.ton⁻¹ (total recoverable sugar) per ton of sugarcane, TPH (Tons of POL per Hectare), TCH (Tons of Sugarcane per Hectare), Dehusking, Tillering and Leaf Hairiness. Based on the results obtained, it may be concluded that there is genetic variability among the accessions evaluated for the agronomic, technological and morphological traits. Accessions L2,P14, P17, L29 and L33 exhibit high yield capacity and good local adaptation, providing for good industrial production.

Keywords: *Saccharum* spp.. Accessions. Genetic Variability. Plant Breeding.

1 INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar é atualmente uma das principais atividades do mercado agrícola nacional, com grande importância socioeconômica. A safra colhida em 2012/2013 compreende uma área plantada de 8,53 milhões de hectares, produzindo 597 milhões de toneladas de colmos industrializáveis (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRÁFICA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2012).

O Brasil permanece como maior produtor mundial da cultura da cana-de-açúcar e do produto açúcar, também é o segundo produtor mundial de etanol e maior exportador mundial de açúcar e etanol. Como principais estados produtores estão São Paulo, Minas Gerais e Goiás, com 52,8%; 8,7% e 7,9% da área cultivada do país, respectivamente (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2012).

A cana-de-açúcar é utilizada como matéria-prima para a produção de açúcar, etanol, aguardente, cachaça de alambique, para a alimentação animal, produção de açúcar mascavo, rapadura, melado e geração de energia, sendo assim uma importante fonte de geração de empregos e renda. Apesar da multiplicidade de uso da cana-de-açúcar, a quase totalidade da produção nacional é destinada para a produção de etanol e açúcar (LANDELL, 1999; DIAS, 2011).

Para o Estado de Minas Gerais, além do etanol e do açúcar, a cachaça artesanal de alambique constitui-se também um produto de grande relevância. A cachaça artesanal de alambique ganhou reconhecimento como bebida destilada do Brasil a partir de 1982 com o diagnóstico feito pelo Instituto de Desenvolvimento Integrado de Minas Gerais, fazendo com que os produtores atentassem para o grande potencial econômico e social da cachaça de alambique e a necessidade de organização do setor. Nesse sentido, em 1988 foi criada a

Associação Mineira dos Produtores de Aguardente de Qualidade (Ampaq), empenhando-se na divulgação e valorização da cachaça mineira, criando também o selo Ampaq que deu grande impulso e credibilidade à cachaça mineira. Já em 1992 foi criado o Programa Mineiro de Incentivo à Produção de Aguardente, denominado Pró-cachaça.

O agronegócio da cachaça de alambique propicia uma renda anual estimada de 1,5 bilhão de reais, gerando direta e indiretamente cerca de 400 mil empregos, especialmente na agricultura familiar, com produção de 230 milhões de litros/safra, o que representa 18% da produção nacional de aguardente (INSTITUTO BRASILEIRO DA CACHAÇA - IBRAC, 2013).

Os produtores de cana-de-açúcar visando à produção de cachaça artesanal na região de Lavras, Estado de Minas Gerais, utilizam-se de variedades há muito tempo cultivadas, que podem apresentar problemas de degenerescência varietal, talvez impróprias ao solo e clima da região de cultivo. Por outro lado estas cultivares podem ser utilizadas como alternativas para ampliação da variabilidade genética em programas de melhoramento da cana-de-açúcar no Brasil.

Objetivou-se nesse trabalho caracterizar o potencial agrônomo, tecnológico e morfológico de acessos e variedades de cana-de-açúcar utilizadas para a produção de cachaça artesanal de alambique, com o intuito de se conhecer o potencial produtivo das variedades utilizadas pelos produtores de cachaça artesanal, bem como verificar há existência de variabilidade entre as cultivares, para os caracteres agrônomo, tecnológicos e morfológicos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local

O experimento foi instalado na área comercial de produção de cana-de-açúcar da empresa Cachaça Artesanal João Mendes, localizada no sítio Vó Zirica, rodovia BR-381, km 666, no município de Perdões, MG, a 842m de altitude, 21°05' S e 45°05' W.

O clima de Perdões, segundo a classificação de Köppen, é o Cwb, caracterizado por uma estação seca entre abril e setembro e uma estação chuvosa de outubro a março. A região apresenta uma média anual de precipitação pluvial de 1.493,2 mm e temperatura média de 19,3 °C.

2.2 Plano experimental e tratamentos genéticos avaliados

Nesse ensaio foram avaliados 35 acessos oriundos de coleta de germoplasma em propriedades rurais com produção de cachaça artesanal, em municípios localizados na região de Lavras -MG (Coqueiral, Itutinga, Lavras, Nepomuceno, Perdões e Ribeirão Vermelho) realizadas no período de novembro a dezembro de 2011, juntamente com quatro cultivares (RB867515, SP80-1842, SP79-1011, SP81-3250). (Tabela 1)

Tabela 1 Relação de variedades e acessos avaliados no experimento.

Coleta	Local	Descrição	Coleta	Local	Descrição
Acesso 1	Lavras	L1	Acesso 21	Lavras	L21
Acesso 2	Lavras	L2	Acesso 22	Nepomuceno	N22
Acesso 3	Lavras	L3	Acesso 23	Nepomuceno	N23
Acesso 4	Perdões	P4	Acesso 24	Ribeirão Vermelho	RV24
Acesso 5	Perdões	P5	Acesso 25	Ribeirão Vermelho	RV25
Acesso 6	Perdões	P6	Acesso 26	Ribeirão Vermelho	RV26
Acesso 7	Lavras	L7	Acesso 27	Lavras	L27
Acesso 8	Lavras	L8	Acesso 28	Nepomuceno	N28
Acesso 9	Lavras	L9	Acesso 29	Lavras	L29
Acesso 10	Lavras	L10	Acesso 30	Lavras	L30
Acesso 11	Perdões	P11	Acesso 31	Coqueiral	C31
Acesso 12	Lavras	L12	Acesso 32	Itutinga	I32
Acesso 13	Perdões	P13	Acesso 33	Lavras	L33
Acesso 14	Perdões	P14	Acesso 34	Perdões	P34
Acesso 15	Lavras	L15	Acesso 35	Perdões	P35
Acesso 16	Perdões	P16	RB867515	RIDESA	V36
Acesso 17	Perdões	P17	SP80-1842	Copersucar	V37
Acesso 18	Perdões	P18	SP79-1011	Copersucar	V38
Acesso 19	Lavras	L19	SP81-3250	Copersucar	V39
Acesso 20	Lavras	L20	-	-	

O ensaio foi instalado entre os dias 5 e 12 de dezembro de 2011 utilizando um delineamento do tipo one-way, com 39 tratamentos genéticos. A parcela experimental foi constituída por três sulcos de 3,0 metros e espaçamento de 1,30 metros entre os sulcos.

A área experimental escolhida tinha como histórico recente a utilização como pastagem e cultivo de milho. A área encontrava-se com solo corrigido e com bom manejo e conservação, com curvas de nível íntegras e sem presença de erosão.

O preparo do solo foi realizado através de uma aração e duas gradagens, em seguida, procedeu-se a abertura dos sulcos, com 30 a 40 centímetros de profundidade espaçados em 1,30 metros. Para o plantio, foi adotado o sistema manual, onde as cultivares e acessos foram distribuídos dentro dos sulcos das parcelas de acordo com sorteio prévio estabelecido no experimento, os rebolos foram cortados com três gemas distribuídos dentro dos sulcos, tendo sido colocados seis rebolos por metro linear, no total de 18 gemas por metro. A cobertura com solo foi realizada de forma manual com enxadas, colocando-se uma camada de aproximadamente 10 centímetros de solo sobre os rebolos distribuídos nos sulcos de plantio.

A adubação de plantio foi feita com 40 kg.ha⁻¹ de N, 140 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 100 kg.ha⁻¹ de K₂O. Em 20 de fevereiro de 2012 foi realizada a adubação de cobertura, com 60 kg.ha⁻¹ de N.

Para o controle de plantas daninhas foi adotado o método químico com a utilização de herbicida em pré-emergência da cultura e das plantas invasoras, com o uso de 2 quilos de produto comercial composto por Diuron 468 g.kg⁻¹ + Hexazinone 132 g.kg⁻¹, herbicida seletivo à cultura da cana-de-açúcar do grupo das triazinonas e uréias substituídas.

2.3 Características agronômicas avaliadas

Por ocasião da colheita, um ano após a instalação do experimento, utilizando uma balança do tipo dinamômetro, foi feita a pesagem de todas as linhas das parcelas do experimento, obtendo assim o caráter agronômico de produção TCH (Tonelada de Cana por Hectare) de cada tratamento.

$$TCH = ((PP*7692,3)/11,7) /1000$$

em que:

TCH: tonelada de cana por hectare;

PP: peso por parcela em quilos.

Obteve-se também o resultado do caráter TPH (Tonelada de POL por Hectare), com o apoio dos resultados da análise tecnológica, através da equação.

$$TPH = (TCH*POL \%cana) /100$$

em que:

TPH: Tonelada de POL por Hectare;

TCH: Tonelada de Cana por Hectare;

POL % cana: obtido na análise tecnológica laboratorial em % de Sacarose no Brix.

2.4 Características tecnológicas avaliadas

Foram avaliadas as características tecnológicas de produção; Brix % caldo, Fibra % cana, Pureza % cana, POL % cana, ATR kg.t⁻¹, com a análise

laboratorial realizada no Centro de Cana do IAC (Instituto Agrônomo de Campinas), no município de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo, de acordo com as regras preconizadas pelo Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo (CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CONSECANA, 2006).

2.4.1 Brix

É uma das variáveis agroindustriais mais facilmente determinadas em laboratório ou mesmo em campo. Quando se trata de cana madura existe estreita relação entre essa porcentagem e o conteúdo de sacarose na solução. Admite-se o Brix % caldo como sendo a porcentagem de sólidos solúveis contidos em uma solução açucarada (TASSO JÚNIOR, 2007).

Para a determinação do Brix % caldo é utilizado um refratômetro digital, de leitura automática, com correção 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).

2.4.2 Pureza

A pureza é definida como a porcentagem de POL no Brix, que é o indicador da quantidade de açúcares em relação aos sólidos solúveis do caldo. O cálculo da Pureza % cana definida como a porcentagem de POL em relação ao Brix % caldo, sendo calculada pela equação:

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

2.4.3 Fibra

A fibra da cana é a parte sólida da planta formada por celulose, hemicelulose, ligninas, pentosanas, pectinas, e outros componentes. É o material que dá sustentação à planta e formação dos órgãos de condução da seiva e estocagem do caldo e seus constituintes (DINARDO-MIRANDA et al., 2010).

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

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

onde:

PBU = peso do bagaço (bolo) úmido da prensa, em gramas.

2.4.4 POL % caldo e POL %cana

A POL% caldo representa a porcentagem de sacarose contida numa solução de açúcares, enquanto que a POL% cana é a porcentagem de sacarose existente na cana, caldo + fibra (TASSO JÚNIOR, 2007).

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

$$C = 1,0313 - 0,00575 \times F$$

ou

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

onde:

F = fibra da cana;

PBU = peso do bagaço (bolo) úmido

Assim o cálculo da POL da cana-de-açúcar (PC) será calculada pela equação:

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

em que:

S = POL do caldo;

F = fibra da cana;

C = coeficiente "C".

2.4.5 Açúcar Total Recuperável (ATR)

Para a indústria sucroenergética é importante estimar a quantidade de sacarose na matéria-prima, que é passível de ser recuperada na forma de açúcar.

O ATR representa todos os açúcares na forma de açúcares invertidos, podendo ser obtido por análise após inversão ácida de sacarose, calculada pela soma dos açúcares para matérias-primas de alta pureza (DINARDO-MIRANDA et al, 2010).

Conhecendo-se a POL da cana (PC) e os açúcares redutores da cana (ARC), o ATR é calculado pela equação:

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

ou

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

onde:

10 x 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 x ARC = açúcares redutores por tonelada de cana.

2.5 Características morfológicas avaliadas

A despalha natural, intensidade de perfilhamento e presença de joçal (pilosidade) foram obtidos através do uso de escala de notas do documento “Descritores Botânicos da Cana-de-Açúcar” publicado no Diário Oficial da União do dia 05/03/98 (n 43-Seção I, páginas 95 a 98) (INTERNATIONAL UNION FOR THE PROTECTION OF THE NEWS VARIETES OF PLANTS - UPOV, 2012).

O documento encontra-se em ANEXO desse trabalho, auxiliando na interpretação dos resultados e entendimento da escala de notas.

As notas atribuídas neste documento para o tipo de Despalha são: (1) Natural, (3) Fácil, (5) Média e (7) Difícil; para o caráter intensidade de Perfilhamento as notas são: (3) Baixa, (5) Média e (7) Alta; para o caráter presença de Joçal (quantidade de pilosidade) as notas são: (1) Ausente, (3) Pouca, (5) Regular e (7) Muita.

2.6 Análise estatística dos dados fenotípicos

Os dados fenotípicos dos caracteres quantitativos foram submetidos à análise de variância univariada de acordo com o seguinte modelo:

$$y_{ij} = \mu + v_i + w_{ij},$$

em que:

y_{ij} : observação da parcela que recebeu a variedade i na repetição j ;
 μ : constante associada a todas as observações;
 v_i : efeito fixo da variedade / acesso i ;
 w_{ij} : erro aleatório associado à observação y_{ij} , $w_{ij} \sim N(0, \sigma_w^2)$. O σ_w^2 é a variância dentro média de variedade / acesso.

Para avaliação da precisão experimental adotou-se a estimativa da acurácia, proposta por Resende e Duarte (2007) utilizando a função apresentada abaixo.

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

Em que, F_c é o valor do teste de F para o efeito dos acessos associado à análise de variância ($F_c = \text{QM acessos} / \text{QM resíduo}$).

Realizou-se o teste de agrupamento de Scott-Knott em nível de 1% de significância das cultivares e acessos utilizados, a partir das médias fenotípicas ajustadas dos caracteres quantitativos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância estão apresentados na Tabela 2. Para todas as variáveis avaliadas detectou-se diferença significativa ($p \leq 0,01$) evidenciando assim há existência de variabilidade. Ao que tudo indica esse resultado era esperado, pois foram avaliadas cultivares / acessos de diferentes procedências.

A precisão experimental avaliada pela acurácia foi alta. Os valores obtidos para essa estimativa foram de grande magnitude para todos os caracteres, com variação de 91,36% a 95,48%. Segundo Resende e Duarte (2007), estimativas de acurácia superiores a 70% indicam boa precisão experimental.

Tabela 2 Análise de variância dos caracteres tecnológicos e agrônômicos de produção, Brix % caldo (B), Fibra % cana (F), Pureza % cana (P), POL % cana (POL), ATR kg.t⁻¹ (ATR), TCH (Tonelada de Cana por Hectare) e TPH (Tonelada de POL por Hectare).

F.V.	G.L.	QUADRADO MÉDIO						
		B	F	P	POL	ATR	TCH	TPH
Tratamentos	38	7,33**	1,67**	32,79**	7,71**	631,69**	2131,41**	65,21**
Dentro	89	0,68	0,28	3,42	0,68	56,11	314,41	7,56
F calculado		10,76	6,05	9,60	11,29	11,26	6,78	8,62
Acurácia %		95,24	91,36	94,64	95,59	95,45	92,33	99,99
Média Geral		20,17	13,83	88,80	14,89	146,05	66,35	10,11

** Significativo a 1% de probabilidade com o uso do teste F.

Para o caráter Tonelada de Cana por Hectare (TCH) a média geral foi de 66,35 t.ha⁻¹. Os acessos P14, P17, L29 e L33 formaram o grupo com médias superiores, em que o acesso L29 produziu mais que o dobro da média do experimento, totalizando 136,67 t.ha⁻¹.

Nenhuma das cultivares utilizadas apresentaram desempenho superior aos acessos utilizados, SP80-1842 e SP79-1011 apresentaram os piores desempenho entre as cultivares, com 67,07 t.ha⁻¹ e 48,36 t.ha⁻¹ respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3 Médias dos caracteres tecnológicos e agrônômicos de produção Brix % caldo (B), Fibra % cana (F), Pureza % cana (P), POL % cana (POL), ATR kg.t⁻¹ (ATR), Tonelada de Cana por Hectare (TCH) e Tonelada de POL por Hectare (TPH).

Tratamentos	B		F		P		POL		ATR		TCH		TPH	
L1	19,83	a2	13,07	a1	88,45	a2	14,61	a3	143,76	a3	45,38	a1	6,52	a1
L2	21,83	a3	13,75	a1	93,87	a3	16,83	a4	163,51	a4	98,08	a2	16,48	a3
L3	19,77	a2	13,29	a1	91,43	a3	14,96	a3	146,32	a3	88,46	a2	13,19	a2
P4	17,23	a1	12,66	a1	85,22	a2	12,30	a1	122,60	a1	35,38	a1	4,44	a1
P5	20,79	a3	13,94	a2	90,50	a3	15,41	a3	150,77	a3	30,13	a1	4,65	a1
P6	20,26	a3	14,05	a2	93,47	a3	15,47	a3	150,56	a3	57,74	a1	8,98	a1
L7	21,13	a3	15,19	a3	91,59	a3	15,49	a3	151,21	a3	45,17	a1	7,06	a1
L8	19,92	a2	14,17	a2	90,77	a3	14,75	a3	144,36	a3	78,67	a2	11,64	a2
L9	23,02	a3	13,12	a1	93,98	a3	17,97	a4	174,33	a4	82,82	a2	14,88	a2
L10	21,37	a3	12,55	a1	92,02	a3	16,49	a4	160,81	a4	84,70	a2	13,97	a2
P11	18,55	a2	15,60	a3	88,14	a2	13,00	a2	128,25	a2	51,71	a1	6,75	a1
L12	21,17	a3	13,50	a1	92,15	a3	16,09	a4	156,87	a4	79,79	a2	12,84	a2
P13	21,18	a3	15,00	a3	90,79	a3	15,46	a3	151,07	a3	50,60	a1	7,82	a1
P14	21,83	a3	13,68	a1	94,10	a3	16,89	a4	163,99	a4	108,50	a3	18,32	a3
L15	20,49	a3	14,31	a2	93,26	a3	15,54	a3	151,25	a3	95,04	a2	14,76	a2
P16	21,00	a3	13,93	a2	90,51	a3	15,56	a3	152,25	a3	45,90	a1	7,16	a1
P17	22,08	a3	13,39	a1	93,33	a3	17,03	a4	165,55	a4	105,17	a3	17,89	a3
P18	22,00	a3	13,90	a2	89,62	a3	16,15	a4	158,06	a4	47,22	a1	7,63	a1
L19	18,68	a2	13,62	a1	86,04	a2	13,23	a2	131,15	a2	37,56	a1	5,00	a1
L20	19,13	a2	12,67	a1	88,21	a2	14,12	a2	139,21	a2	59,91	a1	8,47	a1

“Tabela 3, conclusão”

L21	17,62	a1	14,81	a3	85,57	a2	12,16	a1	120,99	a1	34,06	a1	4,11	a1
N22	18,07	a1	13,34	a1	87,21	a2	13,06	a2	129,26	a2	52,18	a1	6,76	a1
N23	16,48	a1	12,95	a1	80,22	a1	11,01	a1	111,61	a1	35,13	a1	4,44	a1
RV24	18,68	a2	14,34	a2	86,77	a2	13,17	a2	130,37	a2	75,81	a2	9,99	a1
RV25	19,31	a2	15,04	a3	89,11	a3	13,81	a2	135,83	a2	57,35	a1	8,00	a1
RV26	19,24	a2	13,04	a1	81,41	a1	13,01	a2	130,35	a2	55,86	a1	7,95	a1
L27	21,38	a3	14,60	a2	90,70	a3	15,69	a3	153,37	a3	58,98	a1	9,47	a1
N28	19,11	a2	13,43	a1	87,94	a2	13,92	a2	137,30	a2	57,69	a1	7,38	a1
L29	20,80	a3	12,82	a1	90,49	a3	15,72	a3	153,77	a3	136,67	a3	21,52	a3
L30	19,45	a2	13,37	a1	87,08	a2	14,00	a2	138,29	a2	42,69	a1	5,97	a1
C31	21,17	a3	13,96	a2	89,99	a3	15,60	a3	152,69	a3	38,50	a1	5,98	a1
I32	18,38	a2	13,33	a1	85,85	a2	13,07	a2	129,70	a2	68,33	a1	8,94	a1
L33	21,08	a3	13,42	a1	92,88	a3	16,17	a4	157,47	a4	115,47	a3	18,67	a3
P34	22,16	a3	14,30	a2	91,44	a3	16,48	a4	160,71	a4	61,67	a1	10,24	a1
P35	17,00	a1	14,11	a2	83,90	a1	11,64	a1	116,57	a1	38,55	a1	4,50	a1
V36	20,63	a3	14,07	a2	91,92	a3	15,48	a3	151,09	a3	92,29	a2	14,18	a2
V37	21,65	a3	14,54	a2	92,18	a3	16,16	a4	157,50	a4	67,07	a1	10,84	a1
V38	20,53	a3	14,00	a2	90,88	a3	15,26	a3	149,24	a3	48,36	a1	7,37	a1
V39	19,72	a2	13,44	a1	90,17	a3	14,72	a3	144,34	a3	88,89	a2	13,26	a2

Tasso Junior (2007), em experimento realizado em duas propriedades no norte do Estado de São Paulo obteve produtividade média entre as variedades de 136,01 t.ha⁻¹, a variedade com maior produtividade foi SP80-1842 com 153,00 t.ha⁻¹, seguidas pelas variedades, SP80-1816, IAC87-3396 e SP87-365 em ordem decrescente. As variedades SP81-3250, SP79-1011 e SP90-1638, não tiveram diferenças significativas de produtividade, porém com produção inferior as citadas anteriormente.

De acordo como mesmo autor, a produtividade esperada para a variedade SP81-3250 em cana planta é de 125,5 t.ha⁻¹ e Franco (2003) obteve 125,7 t.ha⁻¹ com a mesma variedade, resultados superiores aos obtidos nesse trabalho, em que SP81-3250 produziu 88,89 t.ha⁻¹. É oportuno ressaltar que as condições edafoclimáticas na região a qual foi conduzido este trabalho são diferentes daquelas as quais Tasso Junior (2007) e Franco (2003) realizaram suas avaliações. Além disso, há também o efeito do ano agrícola ou safra que podem atenuar ou não a expressão do caráter TCH.

Para o caráter tecnológico Brix % caldo, os resultados demonstram que todos os tratamentos avaliados estavam maduros e aptos à colheita. Os bons resultados obtidos advêm da época de corte (final do período seco e início das chuvas), bem como da idade do experimento na época de colheita (12 meses). Os acessos L2, P5, P6, L7, L9, L10, L12, P13, P14, L15, P16, P17, P18, L27, L29, C31, L33, P34 e os cultivares V36, V37 e V38 tiveram suas médias destacadas entre os demais (Tabela 3).

A indústria sucroenergética considera que uma cana-de-açúcar para ser processada deve ter, entre outras características, um caldo que contenha no mínimo 18° Brix % caldo (FERNANDES, 2000) podendo considerar no momento da colheita tanto de cana-planta como de cana-soca estes índices como o ponto de maturação necessário para a industrialização (FRANCO, 2003). No presente trabalho os valores obtidos variaram de 16,48% a 23,02% (Tabela 3).

Apenas três acessos estudados não se encontravam no ponto de maturação ideal para a industrialização. Deve-se comentar com tudo, que em função da estratégia utilizada para a condução do experimento adotou-se a colheita simultânea de todos os tratamentos.

O caráter tecnológico Fibra % cana é uma variável de suma importância para a extração de caldo em alambiques de produção de cachaça artesanal, pois os mesmos são desprovidos de ternos de moenda eficientes como os da indústria sucroenergética.

Os resultados desse experimento demonstraram que todos os tratamentos foram superiores a esse valor de Fibra % cana, o maior grupo das médias dos tratamentos formados nesse trabalho perfaz um intervalo entre 12,55 % e 13,75 %, com teores máximos obtidos nos acessos L7, P11, P13, L21 e RV25, com médias variando entre 14,81 e 15,60 %.

O teor de fibra da cana-de-açúcar é uma característica varietal, mas é também muito influenciado por diversos fatores ambientais, como clima (precipitação e temperatura), solo (tipo, umidade e fertilidade), dos tratamentos culturais, bem como a época de corte (FERNANDES, 2000).

Para Stupiello (2002), a variação do teor de fibra é função da variedade, tipos de solo, período de safra, idade do canavial, das condições climáticas e práticas culturais. Do ponto de vista tecnológico a fibra é representada por todas as substâncias insolúveis em água contidas na planta. Podendo ser chamada de fibra botânica (natural da cana-de-açúcar) e fibra industrial (natural da cana-de-açúcar mais impurezas vegetais e minerais).

Na fase de extração o aumento no teor de fibra da cana-de-açúcar resultará em um menor rendimento. Isso acontece, pois a fração do caldo, uma vez extraída, em parte é reabsorvida pela fibra da cana-de-açúcar. A quantidade reabsorvida varia de forma proporcional ao teor de fibra na matéria-prima. Isso

vai resultar em maiores perdas de sacarose no bagaço, ou seja, menor eficiência nas moendas (MARQUES et al., 2001).

O caráter tecnológico Pureza % cana, resultou em altos valores no experimento, indicando a maturidade fisiológica da cana-de-açúcar, as médias dividiram-se em três grupos em que os acessos L2, L3, P5, P6, L7, L8, L9, L10, L12, P13, P14, L15, P16, P17, P18, RV25, L27, L29, C31, L33, P34 e todas as quatro cultivares compuseram as maiores médias de Pureza % cana(Tabela 3).

Enquanto na cana-de-açúcar em período de crescimento a pureza é baixa, devido particularmente à formação e consumo de açúcares para o crescimento, no período maturação, o acúmulo de sacarose vai elevando a pureza devido ao aumento dos açúcares em relação aos sólidos solúveis (STUPIELLO, 2000).

Ainda segundo o mesmo autor, a alta pureza na cana-de-açúcar é prenúncio de altos rendimentos, isto é verificado pela baixa quantidade de não sacarose, como componentes normais do caldo, aminoácidos, ácidos orgânicos, amido, açúcares redutores além de outros precursores e formadores de cor.

Nos Estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Mato Grosso do Sul e Goiás a pureza deve ser no mínimo 80% (início da safra) ou 85% (transcorrer da safra) para que seja recomendada a industrialização da cana-de-açúcar (FERNANDES, 2000).

Para o caráter POL % cana, observou-se a divisão em quatro grupos de médias distintos, podemos destacar os acessos L2, L9, L10, L12, P14, P17, P18, L33 e P34, como também a cultivar V37 como os de maiores médias.

A quantidade de ATR (Açúcar Total Recuperável) representa todos os açúcares na forma de açúcares invertidos. O teor de ATR pode ser obtido por análise após inversão ácida de sacarose, calculada pela soma dos açúcares (TASSO JUNIOR, 2007).

Os rendimentos de ATR kg.t⁻¹ do experimento demonstraram diferenças altamente significativas dos resultados em relação à média, com extremos variando de 111,51 ATR kg.t⁻¹ a 174,33 ATR kg.t⁻¹, perfazendo uma diferença de 56,34 %. As maiores médias foram dos acessos L2, L9, L10, L12, P14, P17, P18, L33, P34 e a cultivar SP80-1842 (Tabela 3).

Franco (2003), estudando a variedade SP81-3250 obteve médias de 155,89 ATR kg.t⁻¹ de cana-de-açúcar, sendo cortada para industrialização no meio da safra (agosto de 2002).

Em experimento conduzido na região de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo, as cultivares RB867515 e IAC91-3186 apresentaram os melhores rendimentos, atingindo teores de ATR superiores a 160 ATR kg.t⁻¹. As cultivares RB72454 e SP83-2847 aparecem na sequência, com teores superiores a 155 ATR kg.t⁻¹ (TASSO JUNIOR, 2007).

Para o caráter TPH (Tonelada de POL por Hectare), os resultados do experimento demonstram uma grande amplitude produtiva entre as variedades e acessos utilizados. Formou-se três grupos de médias distintos, com destaque para os acessos L2, P14, P17, L29 e L33 como os de maiores valores para o caráter em questão, atingindo o máximo de 21,52 TPH, em comparação ao grupo formado pelas menores médias (acessos L1, P4, P5, P6, L7, P11, P13, P16, P18, L19, L20, L21, N22, N23, RV24, RV25, RV26, L27, N28, L30, C31, I32 e P34, e os cultivares V37 e V38) onde o menor resultado para o caráter ficou em 4,11 TPH. Perfazendo uma diferença de 523% na capacidade produtiva entre os acessos e cultivares utilizadas. Vale também ressaltar que nenhum dos quatro cultivares participou do grupo de maiores médias e as cultivares V37 e V38 elencaram o grupo de menor média produtiva para o caráter TPH.

Os resultados demonstram que existem na região produtores utilizando variedades de cana-de-açúcar com alta capacidade produtiva e adaptação local, promovendo assim um ótimo rendimento industrial e possibilitando um melhor

retorno financeiro aos alambiques regionais, destacando-se entre os estudados, os acessos L2, P14, P17, L29 e L33.

Os resultados da análise de variância de todos os caracteres morfológicos estudados nesse trabalho foram significativos, indicando que há variabilidade entre os tratamentos (Tabela 4).

A precisão experimental avaliada pela acurácia foi alta. Os valores obtidos para essa estimativa foram de grande magnitude para todos os caracteres, com variação de 89,79% a 98,37%.

Tabela 4 Resultados da análise de variância de caracteres morfológicos Despalha, Joçal e Perfilhamento.

F.V.	G.L.	QUADRADO MÉDIO		
		Despalha	Joçal	Perfilhamento
Tratamentos	38	6,82**	10,40**	3,79**
Dentro	89	0,40	0,34	0,32
	Acurácia %	96,99	98,37	89,79
	F calculado	16,88	30,88	5,16

** Significativo a 1% de probabilidade com o uso do teste F.

Para o caráter despalha, houve diferença entre as médias dos tratamentos, formou-se três grupos distintos de médias, 19 acessos entre os 39 tratamentos estudados apresentaram melhores resultados para o caráter.

Os acessos que estavam contidos nesse grupo de médias classificado como despalha natural ou fácil estão L1, L2, L3, P5, P6, L9, L10, L12, L15, L19, L20, RV24, L27, N28, L29, L30, C31, I32 e a cultivar SP81-3250 (Tabela 3 e 5).

Tabela 5 Médias dos principais indicadores tecnológicos de produção da cana-de-açúcar; Despalha, Joçal e Perfilhamento.

Acessos	Despalha		Joçal		Perfilhamento	
L1	3,0	a1	1,3	a1	5,0	a3
L2	3,0	a1	1,7	a1	4,0	a2
L3	2,0	a1	1,3	a1	4,0	a2
P4	5,0	a2	1,3	a3	3,0	a1
P5	4,0	a1	1,3	a1	4,0	a2
P6	4,0	a1	1,7	a1	3,0	a1
L7	5,0	a2	3,3	a2	6,0	a4
L8	6,0	a3	4,7	a3	5,0	a3
L9	3,0	a1	6,7	a4	7,0	a5
L10	3,0	a1	6,3	a4	5,0	a3
P11	6,0	a3	2,3	a1	5,3	a3
L12	3,0	a1	3,3	a2	6,3	a4
P13	5,0	a2	5,3	a3	7,0	a5
P14	5,0	a2	3,3	a2	6,3	a4
L15	3,0	a1	3,3	a2	4,3	a3
P16	5,0	a2	1,3	a1	4,0	a2
P17	6,0	a3	4,3	a3	5,0	a3
P18	5,0	a2	1,3	a1	3,7	a2
L19	3,0	a1	5,3	a3	5,0	a3
L20	3,0	a1	3,0	a2	5,0	a3
L21	6,0	a3	3,3	a2	6,0	a4
N22	7,0	a3	1,3	a1	5,0	a3
N23	6,0	a2	1,5	a1	3,0	a1
RV24	3,0	a1	3,3	a2	5,0	a3
RV25	7,0	a3	3,3	a2	5,0	a3
RV26	3,0	a1	5,3	a3	5,0	a3
L27	3,0	a1	3,3	a2	5,0	a3
N28	3,0	a1	6,7	a4	5,0	a3
L29	3,0	a1	2,3	a1	7,0	a5
L30	3,0	a1	1,3	a1	5,0	a3
C31	3,0	a1	5,3	a3	5,0	a3
I32	6,0	a3	3,3	a2	5,0	a3
L33	5,0	a2	6,7	a4	5,0	a3
P34	7,0	a3	3,3	a2	7,0	a5
P35	6,0	a3	5,0	a3	7,0	a5
V36	6,0	a3	3,5	a2	4,5	a3
V37	5,0	a2	6,7	a4	5,0	a3

“Tabela 5, conclusão”

V38	3,0	a1	5,3	a3	6,0	a4
V39	3,0	a1	5,3	a3	6,0	a4
Média	4,3		3,8		5,2	

Médias seguidas pela mesma letra e número pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

Os resultados da análise de presença de joçal demonstraram uma alta amplitude, diferindo os tratamentos em quatro grupos de médias distintas.

Destacaram-se os acessos L1, L2, L3, P5, P6, P11, P16, P18, N22, N23, L30 e C31, com notas que os classificaram entre os de joçal ausente ou pouco.

Nenhuma das cultivares utilizadas nesse estudo pertenceu a esse grupo de melhores médias e a cultivar SP79-1011 ficou no grupo com o pior resultado de média (Tabela 3 e 5).

Em relação ao perfilhamento podemos destacar os resultados dos acessos L9, P13, L30 e P35 e a cultivar RB867515, demonstrando uma grande amplitude na relação de perfilhamento quando comparado com as médias obtidas de TCH, o acesso L9 foi destaque para ambos os parâmetros, já os acessos P13, L30, P35 e a cultivar RB867515 não elencaram o grupo de melhores médias para os caracteres agrônômicos (Tabela 3 e 5).

Estas características analisadas são de grande valia para o produtor de cachaça artesanal de alambique, pois diferente do manejo adotado por usinas de produção de açúcar e etanol, onde no ato da colheita faz-se o uso da queima do canavial ou de colheita de cana crua mecanizada, como agente facilitador do manejo de colheita; na produção de cachaça artesanal a colheita é manual e sem queima, mantendo a integridade da matéria prima para a moagem.

Características como a despalha natural ou facilitada e ausência de joçal são de suma importância e refletem na qualidade do serviço a campo e rendimento operacional da produção como um todo. Associados às informações práticas para a escolha das variedades a serem plantadas, como comprimento do

colmo, diâmetro do colmo e perfilhamento, norteiam as decisões dos produtores quanto às variedades mais aceitas e adaptadas para a produção de cachaça artesanal.

Os resultados obtidos nesse trabalho demonstram a necessidade de utilizarem-se outros parâmetros na escolha das variedades a serem plantadas, que possuam uma maior precisão. Como a realização de uma biometria, estimando assim, a real capacidade produtiva dos acessos regionais para a produção de cana-de-açúcar visando à obtenção da cachaça artesanal de alambique.

4 CONCLUSÃO

Há variabilidade entre as cultivares e acessos avaliados para os caracteres agronômicos, tecnológicos e morfológicos.

Os acessos L2, P14, P17, L29 e L33 apresentam elevada capacidade produtiva e boa adaptação local propiciando bom rendimento industrial.

REFERÊNCIAS

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Primeiro levantamento de cana-de-açúcar abril/2012. 2012. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_09_05_09_11_59_boletim_cana_portugues_-_agosto_2012_2o_lev.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2012.

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

DIAS, L. A. dos S. Biofuel plant species and the contribution of genetic improvement. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 11, p. 16-26, 2011. Supl.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M. de, LANDELL, M.G. de A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, Campinas, 2010. 882p.

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

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.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRÁFICA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Indicadores de Produção Agrícola 2012**. 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>>. Acesso em: 10 out. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DA CACHAÇA – IBRAC. **O panorama do setor da cachaça e as oportunidades para o micro e pequeno produtor.** 2013.

Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/setor/derivados-de-cana/cachaca/mercado/no-brasil/O%20panorama%20do%20setor%20da%20Cachaca%20%20-%20IBRAC.pdf>>. Acesso em: 07 maio 2013.

LANDELL, M.G. de A. Variedades regionais: uma tecnologia pontual para a promoção da soma de pequenos ganhos. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 17. n. 6, p.32, 1999.

MARQUES, M. O.; MARQUES, T. A., TASSO JUNIOR, L. C. **Tecnologia do açúcar: produção e industrialização da cana de açúcar.** Jaboticabal: FUNEP, 2001. 166p.

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.

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

STUPIELLO, J. P., A filha da matéria prima, **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 21, n. 2 p. 12, 2002.

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

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

INTERNATIONAL UNION FOR THE PROTECTION OF THE NEW
VARIETES OF PLANTS – UPOV. 2012. Disponível em: <<http://www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg186.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2012.

CAPÍTULO 3

DIVERGÊNCIA GENÉTICA DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR COLETADAS NA REGIÃO DE LAVRAS - MG

RESUMO

A avaliação da diversidade genética entre acessos locais e as variedades elites subsidiam os programas de melhoramento de plantas, possibilitando explorar a variabilidade existente e já adaptada às condições climáticas locais. Uma das alternativas para se estudar a variabilidade genética se faz pelos estudos de divergência. Em função do exposto objetivou-se com este trabalho estudar a divergência genética entre acessos e variedades de cana-de-açúcar utilizadas para a produção de cachaça artesanal na região de Lavras - MG. Um ensaio foi instalado no município de Perdões - MG, para avaliar 35 acessos regionais oriundos de coleta de germoplasma e 04 cultivares, utilizando um delineamento do tipo one-way. Através da descrição morfológica de 46 características multicategóricas da cana-de-açúcar, foram realizadas análises de dissimilaridade e método de agrupamento de Tocher. Em função dos resultados pode-se concluir que há divergência genética entre os acessos avaliados para os caracteres estudados.

Palavras-chave: *Saccharum* spp.. Caracterização. Dissimilaridade. Análise de agrupamento.

ABSTRACT

Genetic diversity among local accessions and the elite varieties subsidize plant breeding programs, allowing utilization of the existing variability already adapted to the local climate conditions. One of the alternatives for studying genetic variability is accomplished by studies of diversity. In light of the above, the aim of this research was to study the genetic diversity among sugarcane accessions and varieties used for production of craft brewed cachaça (distilled sugarcane alcohol) in the region of Lavras - MG, Brazil. An experiment was set up in the municipality of Perdões - MG, to evaluate 35 regional accessions derived from germplasm collection expeditions and 4 varieties using a one-way design. Through morphological description of 46 multicategorical characteristics of sugarcane, dissimilarity and Tocher grouping method analyses were performed. Based on the results, it may be concluded that there is genetic diversity among the accessions evaluated for the traits studied.

Keywords: *Saccharum* spp.. Characterization. Dissimilarity. Grouping analysis.

1 INTRODUÇÃO

Estudos de diversidade genética fornecem informações sobre caracteres de identificação de genitores e possibilitam o encontro de duplicatas em bancos de germoplasma (RODRIGUES et al., 2002). A estimativa de diversidade genética entre acessos locais e as cultivares subsidiam os programas de melhoramento de plantas, possibilitando explorar a variabilidade existente e já adaptada às condições climáticas locais. As caracterizações morfológicas e agrônômicas das plantas cultivadas são de suma importância para se conhecer a divergência genética do conjunto de germoplasma disponível (FRANCO et al., 2001).

Nesse contexto existem duas maneiras de inferir-se sobre a diversidade genética: de forma quantitativa e de forma preditiva. As quantitativas são as análises dialélicas, onde há cruzamentos entre os genitores e sua posterior avaliação. As preditivas têm por base as diferenças morfológicas, de qualidade nutricional, fisiológicas ou moleculares, quantificadas em uma medida de dissimilaridade que expresse o grau de diversidade genética entre os genitores (CRUZ e CARNEIRO, 2006).

Dê acordo com o mesmo autor, estudos de dissimilaridade atendem a vários objetivos dos melhoristas, pois fornecem informações do grau de semelhança ou da diferença entre dois ou mais genótipos e podem ser utilizados como ferramenta para os estudos de divergência genética. Porém, o número de estimativas de dissimilaridade resultante é relativamente alto quando se tem grande número de genótipos, sendo assim, às vezes, impraticável o reconhecimento de grupos homogêneos por um simples exame visual. Portanto, o uso de métodos que agrupem os genótipos pode ser uma das melhores alternativas para análise e interpretação dos dados.

Há vários métodos de agrupamento, que se diferem pelo tipo de resultado fornecido e pelas diferentes formas de definir a proximidade entre um indivíduo e um grupo já formado, ou entre dois grupos quaisquer. Dentre eles o método de agrupamento por otimização ou método de Tocher, apresentado em Cruz e Carneiro (2006), constitui um método de agrupamento simultâneo, o qual realiza a separação dos genótipos em grupos de uma só vez. Esse método utiliza um único critério de agrupamento e possui a particularidade de apresentara distância média dentro dos grupos sempre menor que a distância média entre os grupos.

O método de Tocher vem sendo amplamente empregado no estudo da divergência genética entre acessos. Souza et al. (2005), avaliaram a divergência genética entre 31 genótipos de melancia, por meio de técnicas de agrupamento e de variáveis canônicas. No trabalho de Oliveira et al. (2004), também se utilizou o método de Tocher na avaliação de divergência genética entre genótipos de alface. Marchioro et al. (2003) utilizaram o método de agrupamento de Tocher para avaliação da dissimilaridade genética entre genótipos de aveia. Silva et al. (2005) utilizaram esse método com objetivo de avaliar a diversidade genética entre variedades de cana-de-açúcar. Karasawa et al. (2005), trabalhando com a cultura do tomateiro, utilizaram o método de Tocher para avaliar a divergência genética entre acessos de um banco de germoplasma, facilitando a indicação de genitores potenciais para a utilização em programas de melhoramento.

Em função do exposto o presente trabalho tem como objetivo, estudar a divergência genética entre os acessos de cana-de-açúcar na região do município de Lavras, Minas Gerais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local

O experimento foi instalado na área comercial de produção de cana-de-açúcar da empresa Cachaça Artesanal João Mendes, localizada no sítio Vó Zirica, rodovia BR-381, km 666, no município de Perdões, MG, a 842m de altitude, 21°05' S e 45°05' W.

O clima de Perdões, segundo a classificação de Köppen, é o Cwb, caracterizado por uma estação seca entre abril e setembro e uma estação chuvosa de outubro a março. A região apresenta uma média anual de precipitação pluvial de 1.493,2 mm e temperatura média de 19,3 °C.

2.2 Plano experimental e tratamentos genéticos avaliados

Nesse ensaio foram avaliados 35 acessos oriundos de coleta de germoplasma em propriedades rurais com produção de cachaça artesanal em municípios localizados na região de Lavras, Minas Gerais (Coqueiral, Itutinga, Lavras, Nepomuceno, Perdões e Ribeirão Vermelho). Realizadas no período de novembro a dezembro de 2011, juntamente com quatro cultivares (RB867515, SP80-1842, SP79-1011, SP81-3250). (Tabela 1)

Tabela 1 Relação de variedades e acessos avaliados no experimento.

Coleta	Local	Descrição	Coleta	Local	Descrição
Acesso 1	Lavras	L1	Acesso 21	Lavras	L21
Acesso 2	Lavras	L2	Acesso 22	Nepomuceno	N22
Acesso 3	Lavras	L3	Acesso 23	Nepomuceno	N23
Acesso 4	Perdões	P4	Acesso 24	Ribeirão Vermelho	RV24
Acesso 5	Perdões	P5	Acesso 25	Ribeirão Vermelho	RV25
Acesso 6	Perdões	P6	Acesso 26	Ribeirão Vermelho	RV26
Acesso 7	Lavras	L7	Acesso 27	Lavras	L27
Acesso 8	Lavras	L8	Acesso 28	Nepomuceno	N28
Acesso 9	Lavras	L9	Acesso 29	Lavras	L29
Acesso 10	Lavras	L10	Acesso 30	Lavras	L30
Acesso 11	Perdões	P11	Acesso 31	Coqueiral	C31
Acesso 12	Lavras	L12	Acesso 32	Itutinga	I32
Acesso 13	Perdões	P13	Acesso 33	Lavras	L33
Acesso 14	Perdões	P14	Acesso 34	Perdões	P34
Acesso 15	Lavras	L15	Acesso 35	Perdões	P35
Acesso 16	Perdões	P16	RB867515	RIDESA	V36
Acesso 17	Perdões	P17	SP80-1842	Copersucar	V37
Acesso 18	Perdões	P18	SP79-1011	Copersucar	V38
Acesso 19	Lavras	L19	SP81-3250	Copersucar	V39
Acesso 20	Lavras	L20	-	-	

Entre os dias 5 e 12 de dezembro de 2011 foi realizado o plantio, o ensaio foi instalado no delineamento do tipo one-way, com 39 tratamentos genéticos (Tabela 1). A parcela foi constituída por três sulcos de 3,0 metros e espaçamento de 1,30 metros entre os sulcos.

A área experimental escolhida tinha como histórico recente a utilização como pastagem e cultivo de milho, encontrava-se com solo corrigido e com bom manejo e conservação, com curvas de nível integras e sem presença de erosão.

No pré-plantio do experimento o solo foi preparado com uma aração e duas gradagens, em seguida, procedeu-se a abertura dos sulcos, com 30 a 40 centímetros de profundidade e espaçados 1,30 metros. Para o plantio, foi adotado o sistema manual, onde as cultivares e acessos foram distribuídos dentro das parcelas de acordo com sorteio prévio estabelecido no experimento.

Os rebolos foram cortados com três gemas distribuídos dentro dos sulcos, tendo sido colocados seis rebolos por metro linear, no total de 18 gemas por metro. A cobertura dos rebolos foi realizada de forma manual com uso de enxadas, colocando uma camada de aproximadamente 10 centímetros de solo sobre os rebolos distribuídos nos sulcos de plantio.

A adubação de plantio foi feita com 40 kg.ha⁻¹ de N, 140 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 100 kg.ha⁻¹ de K₂O. Em fevereiro de 2012 foi realizada a adubação de cobertura com aplicação de 60 kg.ha⁻¹ de N. Para o controle de plantas daninhas foi adotado o método químico com a utilização de herbicida em pré-emergência da cultura e das plantas invasoras, com o uso de 2 quilos de produto comercial composto por Diuron 468 g.kg⁻¹ + Hexazinone 132 g.kg⁻¹, herbicida seletivo à cultura da cana-de-açúcar do grupo das triazinonas e uréias substituídas.

2.3 Características avaliadas e estudo de divergência genética

Cerca de 12 meses após o plantio foi realizada a caracterização morfológica de cada parcela do experimento com o auxílio do documento “Descritores Botânicos da Cana-de-Açúcar” publicado no Diário Oficial da União do dia 05/03/98 (n 43-Seção I, páginas 95 a 98) (ANEXO).

Esse documento é composto pela descrição de 46 variáveis morfológicas que diferenciam a estrutura botânica dos acessos e variedades da cana-de-açúcar com o objetivo de individualizar cada genótipo. Isso possibilita o uso dessas informações nos estudos de divergência genética a fim de agrupar os acessos e cultivares em diferentes blocos, auxiliando os melhoristas nas escolhas dos genitores com maior potencial de uso em programas de melhoramento da cana-de-açúcar.

Os caracteres morfoagronômicos foram utilizados como variáveis multicategóricas, estimando assim a dissimilaridade, por meio de um índice de similaridade ($S_{ii'}$).

$$S_{ii'} = C / C + D$$

em que:

C: concordância da categoria;

D: discordância da categoria.

Com esse índice, é possível expressar a porcentagem de coincidência de similaridade considerando os vários caracteres analisados. Assim, um valor de $S_{ii'}$ igual a 0,50 revela que os dois genótipos (i e i') são similares em 50% das características multicategóricas estudadas.

A dissimilaridade ($d_{ii'}$) é dada por:

$$d_{ij} = D / C + D$$

em que:

C: concordância da categoria;

D: discordância da categoria.

De posse dessas estimativas procedeu-se a análise de agrupamento adotando os métodos de otimização de Tocher. Nesta análise é necessária a obtenção de uma matriz de dissimilaridade, sobre a qual é identificado o par de acessos mais similares. Esses indivíduos formarão o grupo inicial, a partir daí é avaliada a possibilidade de inclusão de novos indivíduos, adotando-se o critério de que a distância média intragrupo deve ser menor que a distância média intergrupo.

A inclusão, ou não, do acesso k no grupo é, então, feita considerando:

- se $d_{(\text{grupo})k} / n \leq \square$, inclui-se o acesso k no grupo;
- se $d_{(\text{grupo})k} / n > \square$, não se inclui o acesso k no grupo;

Sendo n o número de acessos que constitui o grupo original.

Nesse caso, a distância entre o indivíduo k e o grupo formados pelos acessos ij é dada por:

$$D_{(ij)k} = d_{ik} + d_{jk}$$

Utilizou-se do Software genético estatístico Genes para realização das análises de dissimilaridade e para o agrupamento do método de Tocher (CRUZ, 2006).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As informações obtidas através da matriz de dissimilaridade entre acessos de cana-de-açúcar com uso de variáveis multi categóricas utilizadas para gerar os resultados de agrupamento pelo método de Tocher subsidiaram os resultados na composição de onze distintos grupos (Tabela 2).

Tabela 2 Representação do agrupamento gerado pelo método de Otimização de Tocher com base na dissimilaridade genética entre os 39 acessos de cana-de-açúcar avaliados, mediante a utilização de 46 caracteres morfológicos.

Grupos	Acessos / Variedades										%
I	P11	I32	N23	L1	L12	L30	L21	L29	L20	L19	46,2
	RV24	N22	L33	RV25	C31	P34	L27	V37			
II	P4	N28	RV26								7,7
III	P16	P18	P13								7,7
IV	P6	L9	P35								7,7
V	L8	V39	L2	V36							10,3
VI	P5	L10									5,1
VII	L7	P14									5,1
VIII	V38										2,6
IX	L15										2,6
X	L3										2,6
XI	P17										2,6

O grupo I, com 18 tratamentos em sua composição, foi o maior conjunto formado, com 17 acessos e a cultivar SP80-1842 (SP71-1088 x H57- 5028), correspondendo a 46,2 % do total de tratamentos avaliados (Tabela 2).

Silva et al. (2005), utilizando técnicas multivariadas para avaliar a divergência genética em 129 cultivares de cana-de-açúcar em experimento conduzido no município Paranavaí, Estado do Paraná, observaram que pelo método de Tocher, houve a formação de 7 grupos em que o primeiro foi constituído por 108 cultivares representando 83,72% dos que foram estudados.

Esses resultados corroboram o presente trabalho, isto é, um maior número de tratamentos constituiu o primeiro grupo.

O grupo V, com 4 tratamentos, foi o segundo maior com 10,3 % do total estudado nesse trabalho. Entre eles encontram-se 2 acessos e as cultivares RB867515 (RB72454 x ?) e SP81-3250 (CP70-1547 x SP71-1279) (Tabela 2).

Os grupos II, III e IV foram compostos por três acessos, ou seja, 7,7% dos estudados. Os grupos VI e VII ficaram com dois acesso por grupo representando 5,1 % do total analisado para cada grupo.

Os grupos formados apenas por um acesso foram o VIII, IX, X e XI. Destacando o grupo VIII que é composto pela cultivar SP79-1011 (NA5679 x Co775). Os resultados evidenciam a divergência genética entre os acessos e variedades de cana-de-açúcar utilizadas na região de Lavras, Minas Gerais e corroboram os relatos apresentados na literatura.

Elias et al. (2007), estudando a variabilidade genética em um germoplasma tradicional de feijão preto, concluiu que o método de otimização de Tocher tem como princípio manter a homogeneidade dentro dos grupos e a heterogeneidade entre os grupos. Assim sendo, o maior número de indivíduos em um determinado grupo indica que eles apresentam maior similaridade genética e os indivíduos enquadrados no último grupo apresentam maior divergência em relação aos que estão no primeiro grupo.

A divergência genética entre os tratamentos pode ser observada pelas dissimilaridades mínimas e máximas observadas nos resultados. O pareamento entre os tratamentos P11 e I32 que estão alocados no grupo I denota uma dissimilaridade de 0,39 (39%) de diferença entre eles, sendo essa a mínima entre todos os estudados. O outro extremo ficou no pareamento dos tratamentos P17 e L29, com dissimilaridade de 0,85; indicando que esses acessos divergem em 85% das características avaliadas.

Em relação às características morfológicas obtidas através dos descritores para a formação dos grupos de divergência, destacou-se o tratamento P17 (grupo XI), que diverge da maioria dos tratamentos nas características estudadas, como, o hábito de crescimento da touceira, classificado nesse caso como “decumbente”, em uma escala de: ereto, levemente decumbente e decumbente; a sua despalha é “difícil”, em uma escala de: natural, fácil, média e difícil; possui rachaduras “profundas”, em uma escala de: ausente, rasas, médias e profundas, demonstra que esse acesso possui características limitantes a produção de cana-de-açúcar voltada aos alambiques regionais. A colheita é realizada manualmente, sem queima prévia, sendo assim é fundamental que o acesso apresente despalha natural ou fácil e porte ereto. A ocorrência de rachaduras além de reduzir a qualidade e rendimento é também porta de entrada para insetos e patógenos.

O grupo X (acesso L3), tem como principal diferença em relação aos demais, as características de comprimento do entrenó “curto” e presença de joçal (pilosidade) classificada como “muito”, em uma escala de: ausente, pouco, média ou muito, pode-se inferir também que esse acesso possui características pouco interessantes às demandas regionais de produção de cachaça e nota-se também que o grupo VIII (SP79-1011), VII (acessos L7 e P14), IV (acessos P6, L9 e P35) possui a despalha classificada como “difícil”, característica não desejável a produção nos alambiques, pois dificulta a limpeza da cana-de-açúcar na colheita, como também antes da moagem.

É oportuno comentar que fica evidente há existência de variabilidade genética entre os acessos estudados, muito embora um grande número de acessos estivesse presente no grupo I.

Deve-se ressaltar também que para a escolha de uma variedade ou acesso a serem utilizados visando a produção de cachaça artesanal, além do potencial agrônomo, outros caracteres morfológicos de importância devem ser

ponderados como a despalha, presença de joçal, perfilhamento, presença de rachaduras e hábito de crescimento.

4 CONCLUSÃO

Há divergência genética entre os acessos e variedades estudados.

Os acessos P17 e L29 são os mais divergentes, com dissimilaridade de 0,85.

REFERÊNCIAS

CRUZ, C.D. **Programa genes: biometria**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 382p.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 585p 2006.

ELIAS, H.T., VIDIGAL, M.C.G., GONELA, A., VOGT, G.A., Variabilidade genética em germoplasma tradicional de feijão preto em Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 10, p. 1443-1449, Oct. 2007.

FRANCO, M.C.; CASSINI, S.T.A.; OLIVEIRA, V.R.; TSAI, S.M. Caracterização da diversidade genética em feijão por meio de marcadores RAPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n. 2, p.381- 385, fev. 2001.

KARASAWA, M.; RODRIGUES, R.; SUDRÉ, C.P.; SILVA, M.P.; RIVA, E.M.; AMARAL JÚNIOR, A.T. Aplicação de métodos de agrupamento na quantificação da divergência genética entre acessos de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.1000-1005, dez. 2005.

MARCHIORO, V.S.; CARVALHO, F.I.F. de; OLIVEIRA, A.C. de; CRUZ, P.J.; LORENCETTI, C.; BENIN, G.; SILVA, J.A.G. da; SCHMIDT, D.A.M. Dissimilaridade genética entre genótipos de aveia. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.2, p.285-294, abr./jun. 2003.

OLIVEIRA, A.C.B. de; SEDIYAMA, M.A.N.; PEDROSA, M.W.; GARCIA, N.C.P.; GARCIA, S.L.R. Divergência genética e descarte de variáveis em alface cultivada sob sistema hidropônico. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.26, n. 2, p.211-217, Apr./June 2004.

RODRIGUES, L.S.; ANTUNES, I.F.; TEIXEIRA, M.G.; SILVA, J.B.
Divergência genética entre variedades locais e cultivares melhoradas de feijão.
Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.37, n. 9, p.1275-1284, set. 2002.

SILVA, C.M.; GONÇALVES-VIDIGAL, M.C.; VIDIGAL FILHO, P.S.;
SCAPIM, C.A.; DAROS, E.; SILVÉRIO, L. Genetic diversity among sugarcane
clones (*Saccharum* spp.). **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.27, n.2,
p.315-319, Apr./June 2005.

SOUZA, F.F.; QUEIRÓZ, M.A.; DIAS, R.S.C. Divergência genética em
linhagens de melancia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n. 2, p.179-183,
abr./jun 2005.

APÊNDICE

Tabela A - Notas atribuídas aos acessos de cana-de-açúcar com o uso do Documento "Descritores Botânicos da Cana-de-açúcar".

Número do	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Descritor																
Tratamentos																
1	2	3	5	6	5	5	5	1	1	1	1	3	1	1	5	1
2	3	3	4	8	2	4	5	6	1	1	2	3	1	3	5	1
3	2	2	4	3	2	4	5	6	1	1	1	1	1	3	2	1
4	1	5	3	2	2	5	5	6	1	1	1	2	1	1	4	1
5	1	4	4	7	3	4	4	1	1	1	1	3	1	3	2	1
6	3	4	4	7	7	5	7	1	1	5	1	1	2	3	5	1
7	2	5	3	6	5	5	4	1	1	1	1	1	1	4	5	1
8	3	6	6	5	4	7	3	4	1	1	1	3	1	3	4	3
9	3	3	5	9	7	5	5	1	1	5	1	1	1	1	5	5
10	1	3	5	6	4	7	7	6	1	5	1	2	3	3	2	1
11	1	6	5	8	8	3	5	1	1	1	1	3	1	3	2	1
12	3	3	7	6	6	5	5	1	1	5	1	3	1	3	2	1
13	3	5	5	1	8	5	7	1	1	1	1	3	2	5	4	3
14	4	5	5	7	6	5	4	1	1	5	1	3	2	5	5	3
15	5	3	6	2	5	5	7	6	1	1	2	3	2	5	4	2
16	2	5	7	4	3	5	6	6	1	1	2	3	4	5	4	1
17	5	6	7	2	7	7	7	1	1	5	2	3	2	5	4	3
18	1	5	5	6	8	5	3	6	1	1	2	2	2	4	2	1
19	1	3	3	7	9	3	3	1	1	1	1	3	1	5	4	1
20	1	3	6	5	5	3	5	1	1	1	2	3	1	3	2	1
21	2	7	3	5	5	5	3	1	1	1	1	3	1	5	5	1
22	1	5	5	5	5	5	3	1	2	1	1	3	1	5	5	1
23	2	3	5	7	8	3	3	1	1	1	1	1	1	1	8	1
24	1	7	7	6	5	3	5	1	2	1	1	3	1	3	5	1
25	1	5	7	5	5	5	5	1	2	1	1	3	1	5	5	1
26	1	3	3	2	2	5	7	2	1	1	1	3	3	1	1	3
27	3	3	5	7	4	5	5	1	1	1	1	2	1	5	4	1
28	1	3	3	4	2	5	5	3	1	1	1	1	1	3	5	1
29	1	3	5	4	2	5	5	5	1	1	1	1	1	3	4	1
30	3	3	5	6	5	5	3	1	1	1	1	3	1	5	5	1
31	1	3	5	7	6	1	7	1	1	1	1	3	3	5	5	1

32	2	3	5	7	8	5	5	1	1	5	1	3	1	3	6	1
33	1	6	5	1	3	5	5	1	1	1	1	3	1	4	5	1
34	2	5	5	2	7	5	3	1	1	1	1	3	1	5	4	1
35	3	7	7	1	2	3	5	1	1	1	1	1	1	3	6	1
36	1	5	7	7	7	7	7	1	1	1	1	3	3	5	5	1
36	3	7	7	7	7	7	7	1	1	1	1	3	3	5	5	1
37	1	5	5	5	2	5	5	1	1	1	1	3	3	5	5	1
37	2	5	4	5	2	5	5	1	1	1	1	3	3	5	5	1
38	1	7	5	3	9	5	3	6	1	1	3	3	3	3	4	1
38	1	3	5	3	9	5	3	6	1	1	3	3	3	3	4	1
39	2	3	7	5	2	7	5	6	1	1	2	3	1	3	4	1
39	1	3	5	5	2	7	5	6	1	1	2	3	1	3	4	1
Número do	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Descritor																
Tratamentos																
1	1	2	5	1	5	1	2	7	1	1	1	5	1	7	1	4
2	1	2	3	1	1	3	2	6	1	1	1	1	2	7	2	2
3	3	2	5	1	4	1	3	7	2	2	4	2	1	7	1	2
4	1	2	3	1	5	1	1	2	3	2	1	3	2	7	1	3
5	1	2	2	1	2	3	5	7	5	2	1	1	2	3	1	1
6	2	3	1	1	3	5	3	1	1	1	1	1	1	7	1	2
7	2	2	2	1	1	2	3	7	5	1	1	1	3	7	1	3
8	3	2	3	1	1	5	3	2	5	1	1	1	2	7	1	3
9	1	2	3	1	1	2	5	2	1	1	1	1	2	7	5	2
10	1	5	1	1	3	3	1	7	1	2	1	1	2	5	1	1
11	3	2	5	1	1	1	1	2	3	1	1	1	2	7	1	2
12	1	2	1	1	3	3	1	7	1	1	1	1	1	7	1	3
13	3	2	5	1	1	1	5	3	5	1	1	1	2	7	1	3
14	4	6	5	1	1	4	5	2	3	1	1	1	1	7	1	4
15	5	2	4	1	5	4	5	7	5	1	1	5	2	7	4	3
16	3	5	3	1	1	1	5	2	5	2	1	2	2	7	1	2
17	5	5	5	1	1	1	5	2	1	2	2	5	2	4	1	5
18	4	2	1	1	1	1	3	2	5	2	1	5	1	5	1	2
19	3	5	3	1	1	7	3	2	1	1	3	1	1	7	3	5
20	5	5	1	1	3	7	1	6	3	2	1	1	1	7	3	3

21	1	5	1	1	3	7	1	6	1	1	3	1	1	7	1	5
22	1	5	3	1	3	3	1	6	1	1	1	3	1	7	7	1
23	1	5	1	1	1	1	1	7	1	1	1	1	1	7	1	1
24	5	5	3	1	3	3	1	7	5	1	1	1	2	7	1	5
25	3	2	7	1	3	5	3	7	5	1	1	1	1	7	1	1
26	1	1	3	1	5	7	3	7	1	1	1	1	2	7	1	3
27	1	5	5	1	5	5	3	5	1	1	1	3	2	7	3	1
28	1	2	3	1	5	7	1	3	1	2	1	7	2	7	1	1
29	1	1	1	1	3	7	1	6	3	1	1	1	1	7	1	3
30	1	5	1	1	5	1	1	7	5	1	2	1	1	7	1	5
31	3	2	3	1	1	5	3	2	3	1	1	1	2	7	1	1
32	1	2	1	1	1	1	2	6	3	1	1	1	1	7	1	1
33	3	2	3	1	3	4	4	6	1	1	1	3	1	7	1	3
34	5	2	5	1	1	1	5	2	3	1	1	1	2	7	5	5
35	3	1	1	1	1	1	3	2	1	1	1	1	2	7	1	5
36	1	5	3	1	3	3	5	7	5	1	1	1	2	7	3	3
36	1	5	3	1	3	3	5	7	5	1	1	1	2	7	3	3
37	5	6	5	1	3	5	5	7	1	1	1	1	2	7	3	1
37	5	6	5	1	3	5	5	7	1	1	1	1	2	7	3	1
38	1	4	1	1	3	1	3	2	3	1	1	1	1	7	3	5
38	1	4	1	1	2	1	3	2	3	1	1	1	1	7	3	5
39	3	2	3	1	5	5	5	2	3	1	1	1	2	7	3	3
39	3	2	3	1	5	5	5	2	3	1	1	1	2	7	3	3
Número do		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
Descritor																
Tratamentos																
1		3	5	2	1	1	1	7	7	1	1	1	6	1	1	
2		6	4	2	6	3	3	7	6	1	1	1	4	2	2	
3		5	5	3	6	3	4	1	2	1	1	2	2	1	1	
4		3	5	2	1	1	1	3	6	4	5	1	6	1	2	
5		3	6	3	2	1	1	7	6	1	1	4	4	1	2	
6		5	5	3	7	3	5	3	2	4	2	5	9	1	2	
7		6	4	3	6	2	4	4	5	2	3	5	4	1	2	
8		5	5	5	6	3	3	2	9	2	5	1	1	1	2	
9		5	5	3	7	1	3	5	2	4	7	5	9	2	1	

"Tabela A – conclusão"

10	6	6	2	1	1	1	2	6	2	7	2	5	2	2
11	5	5	3	5	1	3	3	7	4	2	3	9	1	2
12	5	5	3	1	1	1	4	5	3	3	3	6	1	1
13	4	5	3	7	1	3	5	5	4	5	7	2	2	1
14	5	3	2	6	2	3	5	5	2	3	6	6	1	2
15	7	7	3	2	1	5	5	4	2	2	6	4	2	2
16	6	7	3	7	2	5	5	2	1	1	6	2	2	2
17	7	5	2	6	2	5	5	2	3	4	7	7	2	1
18	3	7	3	7	2	3	5	2	1	1	6	6	1	1
19	5	5	5	3	1	1	2	5	4	5	1	6	1	2
20	7	5	3	7	1	5	3	6	4	3	7	6	1	2
21	5	3	3	3	1	3	7	5	4	1	7	5	1	1
22	5	5	5	7	3	3	7	3	4	5	7	5	2	2
23	3	5	3	3	1	1	3	7	2	3	1	4	1	2
24	7	5	2	7	3	5	7	5	1	3	5	5	1	2
25	7	5	5	2	2	3	5	5	1	1	5	5	2	2
26	3	3	1	6	2	3	5	5	1	1	7	4	1	1
27	5	3	3	6	3	5	2	2	3	3	7	4	1	2
28	3	5	2	5	3	3	3	2	2	3	5	5	1	1
29	7	5	3	3	3	1	1	5	3	5	1	4	1	2
30	5	7	5	6	2	3	7	6	2	3	7	6	1	2
31	5	5	3	7	2	1	2	9	2	7	7	4	1	2
32	5	6	2	5	2	2	3	7	2	2	3	5	1	2
33	6	5	2	6	2	3	2	2	1	1	5	6	1	2
34	5	5	3	5	3	1	5	2	4	7	7	5	1	1
35	7	5	3	2	1	1	5	4	2	3	5	2	2	1
36	7	7	2	6	2	3	3	6	4	5	7	6	2	2
36	7	7	2	6	2	3	3	6	4	5	7	6	2	2
37	3	3	2	6	1	3	2	2	4	3	7	4	1	2
37	3	3	2	6	1	3	2	2	4	3	7	4	1	2
38	3	3	3	6	2	1	3	2	4	7	5	6	1	2
38	3	3	3	6	2	1	3	2	4	7	5	6	1	2
39	7	5	2	7	1	5	5	5	4	5	3	5	2	2
39	7	5	2	7	1	5	5	5	4	5	3	5	2	2

Tabela B - Dissimilaridade entre acessos de cana-de-açúcar com uso de variáveis multicategóricas.

Acessos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2	0,54												
3	0,57	0,61											
4	0,46	0,61	0,65										
5	0,57	0,54	0,61	0,59									
6	0,67	0,67	0,61	0,72	0,67								
7	0,59	0,63	0,63	0,65	0,59	0,59							
8	0,70	0,57	0,65	0,59	0,67	0,63	0,59						
9	0,57	0,57	0,70	0,63	0,72	0,48	0,63	0,63					
10	0,65	0,63	0,76	0,59	0,54	0,70	0,74	0,72	0,70				
11	0,54	0,59	0,57	0,50	0,57	0,54	0,63	0,50	0,50	0,67			
12	0,41	0,63	0,61	0,57	0,57	0,52	0,54	0,63	0,52	0,52	0,50		
13	0,61	0,70	0,70	0,61	0,67	0,63	0,61	0,52	0,48	0,76	0,48	0,59	
14	0,61	0,72	0,78	0,70	0,72	0,61	0,54	0,61	0,61	0,76	0,59	0,59	0,52
15	0,67	0,67	0,83	0,67	0,67	0,74	0,65	0,67	0,70	0,74	0,72	0,72	0,54
16	0,72	0,61	0,61	0,63	0,65	0,72	0,65	0,67	0,65	0,74	0,65	0,78	0,52
17	0,74	0,78	0,78	0,76	0,83	0,74	0,85	0,72	0,67	0,74	0,74	0,76	0,57
18	0,59	0,72	0,59	0,61	0,65	0,67	0,63	0,72	0,67	0,70	0,61	0,67	0,59
19	0,59	0,67	0,72	0,54	0,67	0,63	0,65	0,48	0,63	0,72	0,52	0,57	0,61
20	0,63	0,65	0,70	0,54	0,61	0,59	0,67	0,67	0,70	0,63	0,48	0,48	0,67
21	0,50	0,65	0,67	0,67	0,65	0,59	0,59	0,67	0,61	0,70	0,59	0,48	0,59
22	0,59	0,59	0,78	0,61	0,70	0,61	0,70	0,61	0,59	0,65	0,61	0,61	0,59
23	0,41	0,65	0,65	0,54	0,54	0,57	0,52	0,63	0,59	0,57	0,46	0,48	0,63
24	0,54	0,57	0,70	0,63	0,57	0,59	0,54	0,61	0,67	0,61	0,54	0,50	0,67
25	0,54	0,63	0,65	0,67	0,59	0,61	0,50	0,57	0,63	0,72	0,59	0,57	0,54
26	0,54	0,59	0,70	0,57	0,63	0,72	0,59	0,61	0,63	0,70	0,70	0,61	0,57
27	0,59	0,61	0,65	0,61	0,65	0,54	0,61	0,57	0,59	0,65	0,61	0,57	0,63
28	0,52	0,57	0,59	0,43	0,63	0,61	0,61	0,63	0,54	0,61	0,57	0,57	0,70
29	0,57	0,59	0,61	0,48	0,63	0,57	0,59	0,59	0,65	0,63	0,54	0,43	0,63
30	0,46	0,61	0,70	0,63	0,63	0,63	0,50	0,57	0,65	0,63	0,59	0,48	0,61
31	0,61	0,63	0,70	0,61	0,57	0,54	0,54	0,46	0,54	0,59	0,46	0,59	0,52
32	0,43	0,59	0,67	0,61	0,61	0,54	0,59	0,63	0,61	0,59	0,39	0,48	0,65
33	0,46	0,52	0,61	0,54	0,63	0,59	0,52	0,54	0,59	0,70	0,52	0,54	0,61
34	0,54	0,70	0,61	0,54	0,65	0,61	0,61	0,57	0,43	0,76	0,43	0,59	0,41
35	0,61	0,63	0,59	0,63	0,65	0,59	0,59	0,59	0,50	0,67	0,50	0,5	0,50
36	0,65	0,57	0,80	0,61	0,61	0,63	0,61	0,59	0,63	0,59	0,63	0,63	0,54
37	0,57	0,59	0,72	0,61	0,61	0,61	0,59	0,63	0,61	0,65	0,59	0,61	0,57
38	0,63	0,70	0,67	0,52	0,67	0,59	0,63	0,65	0,67	0,67	0,57	0,63	0,67
39	0,65	0,52	0,72	0,48	0,70	0,70	0,72	0,48	0,57	0,67	0,52	0,61	0,52

“Tabela B, conclusão”

Acessos	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
15	0,67												
16	0,65	0,54											
17	0,63	0,61	0,57										
18	0,61	0,67	0,46	0,70									
19	0,61	0,76	0,70	0,74	0,74								
20	0,72	0,63	0,70	0,74	0,67	0,52							
21	0,61	0,76	0,72	0,76	0,70	0,43	0,50						
22	0,65	0,76	0,70	0,80	0,74	0,52	0,54	0,39					
23	0,63	0,72	0,72	0,80	0,65	0,46	0,52	0,50	0,59				
24	0,67	0,70	0,65	0,72	0,76	0,59	0,46	0,52	0,46	0,59			
25	0,59	0,63	0,59	0,76	0,63	0,59	0,61	0,52	0,41	0,65	0,39		
26	0,61	0,63	0,70	0,70	0,65	0,63	0,72	0,54	0,70	0,63	0,65	0,59	
27	0,61	0,65	0,67	0,70	0,74	0,54	0,61	0,59	0,54	0,52	0,63	0,65	0,59
28	0,72	0,76	0,72	0,78	0,67	0,67	0,61	0,59	0,59	0,54	0,52	0,61	0,52
29	0,67	0,70	0,74	0,85	0,72	0,52	0,46	0,52	0,57	0,43	0,54	0,59	0,57
30	0,50	0,65	0,67	0,72	0,61	0,52	0,54	0,39	0,46	0,46	0,50	0,52	0,59
31	0,50	0,65	0,61	0,72	0,65	0,46	0,61	0,63	0,57	0,50	0,59	0,52	0,54
32	0,50	0,74	0,72	0,78	0,67	0,63	0,59	0,57	0,61	0,41	0,63	0,59	0,70
33	0,54	0,74	0,61	0,74	0,59	0,57	0,59	0,57	0,50	0,63	0,52	0,43	0,57
34	0,54	0,63	0,57	0,54	0,61	0,52	0,63	0,50	0,54	0,57	0,61	0,61	0,65
35	0,70	0,67	0,63	0,65	0,70	0,57	0,61	0,61	0,74	0,48	0,52	0,54	0,65
36	0,59	0,61	0,59	0,59	0,78	0,59	0,57	0,59	0,52	0,63	0,52	0,54	0,57
37	0,50	0,65	0,70	0,70	0,76	0,61	0,57	0,52	0,54	0,59	0,57	0,52	0,52
38	0,59	0,74	0,63	0,78	0,52	0,52	0,57	0,61	0,65	0,57	0,70	0,65	0,61
39	0,70	0,50	0,57	0,67	0,76	0,54	0,46	0,70	0,63	0,72	0,54	0,54	0,65
Acessos	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	
28	0,57												
29	0,54	0,50											
30	0,50	0,61	0,59										
31	0,48	0,61	0,57	0,54									
32	0,59	0,54	0,52	0,50	0,50								
33	0,57	0,52	0,54	0,43	0,52	0,54							
34	0,52	0,61	0,59	0,57	0,46	0,52	0,63						
35	0,63	0,57	0,54	0,63	0,57	0,61	0,63	0,54					
36	0,61	0,70	0,67	0,48	0,54	0,63	0,54	0,61	0,70				
37	0,41	0,57	0,65	0,57	0,52	0,65	0,52	0,52	0,65	0,46			
38	0,59	0,67	0,54	0,54	0,54	0,57	0,59	0,48	0,63	0,61	0,57		
39	0,63	0,61	0,54	0,74	0,57	0,61	0,63	0,57	0,57	0,54	0,54	0,63	

ANEXO

DESCRITORES MORFOLÓGICOS DE CANA-DE-AÇÚCAR

NÚMERO
 CARACTERÍSTICA
 DESCRIÇÃO
 CÓDIGO

1	Touceira: hábito de crescimento ereto, levemente decumbente ou decumbente (1) (3) (5)
2	Touceira: tipo de despalha natural, fácil, média ou difícil (1) (3) (5) (7)
3	Touceira: intensidade de perfilhamento baixa, média ou alta (3) (5) (7)
4	Colmos: cor dos entrenós, ao sol (a, b, c, d, e, f, g, h, i)* (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9)
5	Colmos: cor dos entrenós, sob a palha (a, b, c, d, e, f, g, h, i)* (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9)
6	Colmos: comprimento dos entrenós, medido no terço médio do colmo curto, médio ou longo (3) (5) (7)

NÚMERO
 CARACTERÍSTICA
 DESCRIÇÃO
 CÓDIGO

7	Colmos: diâmetro dos entrenós, medido no terço médio do colmo fino, médio ou grosso (3) (5) (7)
8	Colmos: formato de entrenós cilíndrico, tumescente, bobinado, conoidal, obconoidal ou curvado (1) (2) (3) (4) (5) (6)
9	Colmos: seção transversal dos entrenós circular ou oval (1) (2)
10	Colmos: tipos de rachaduras nos entrenós ausentes, rasas ou profundas (1) (3) (5)
11	Colmos: disposição dos entrenós no colmo em ziguezague ausente, suave ou nítido (1) (2) (3)
12	Colmos: aspecto dos entrenós liso, manchado ou estriado (1) (2) (3)
13	Colmos: canaleta da gema ausente, rasa ou profunda (1) (3) (5)

NÚMERO
 CARACTERÍSTICA
 DESCRIÇÃO
 CÓDIGO

14	Colmos: quantidade de cera no entrenó ausente, pouca ou muita (1) (3) (5)
15	Colmos: cor do anel de crescimento do nó (a, b, c, d, e, f, g, h, i)* (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9)
16	Colmos: largura do anel de crescimento do nó estreita, média ou larga (1) (3) (5)
17	Colmos: saliência do anel de crescimento do nó pouca, média ou muita (1) (3) (5)
18	Colmos: cor da zona radicular, sob a palha (a, b, c, d, e, f, g, h, i)* (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9)
19	Colmos: largura da zona radicular do nó estreita, média ou larga (1) (3) (5)
20	Colmos: enraizamento aéreo na zona radicular do nó ausente, pouco, médio ou forte (1) (3) (5) (7)

NÚMERO
 CARACTERÍSTICA
 DESCRIÇÃO
 CÓDIGO

21	Colmos: inserção da gema em relação à cicatriz foliar ausente, estreita, média ou larga (1) (3) (5) (7)
22	Colmos: zona cerosa do nó ausente, pequena, regular ou nítida (1) (3) (5) (7)
23	Gemas: saliência das gemas no nó pouca, média ou muita (1) (3) (5)
24	Gemas: tipo de gema (a, b, c, d, e, f, g, h, i)** (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9)
25	Gemas: inserção da gema em relação ao anel de crescimento nunca, ocasionalmente ou sempre ultrapassa (1) (3) (5)
26	Gemas: posição do poro da gema apical ou subapical (1) (2)
27	Gemas: distribuição de pelôs nas gemas ausente, na base, no ápice ou entorno (1) (2) (3) (4)

NÚMERO
 CARACTERÍSTICA
 DESCRIÇÃO
 CÓDIGO

28	Gemas: almofada ausente, estreita, média ou larga (1) (3) (5) (7)
29	Folhas: arquitetura foliar ereta, pontas curvadas, arqueadas ou curvadas na base (1) (2) (3) (4)
30	Folhas: largura do limbo estreitas, médias ou largas (3) (5) (7)
31	Folhas: pelôs no bordo do limbo ausente, pouco ou muito (1) (3) (5)
32	Folhas: serrilhamento do bordo fraco, médio ou forte (1) (3) (5)
33	Folhas: volume da copa foliar rala, regular ou densa (3) (5) (7)
34	Folhas: tonalidade da copa foliar clara, intermediária ou escura (3) (5) (7)

NÚMERO
 CARACTERÍSTICA
 DESCRIÇÃO
 CÓDIGO

35	Folhas: tipo de lígula (a, b, c, d, e, f)*** (1) (2) (3) (4) (5) (6)
36	Folhas: tipo de aurícula (a, b, c, d, e, f, g)**** (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)
37	Folhas: distribuição das aurículas simétrica, assimétrica ou unilateral (1) (2) (3)
38	Folhas: tamanho da aurícula pequena, média ou grande (1) (3) (5)
39	Folhas: formato do cotovelo (a, b, c, d, e, f, g, h, i)***** (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9)
40	Folhas: cor do cotovelo (a, b, c, d, e, f, g, h, i)* (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9)
41	Bainha: posição da pilosidade ausente, dorsal, lateral ou ambos (1) (2) (3) (4)

NÚMERO
 CARACTERÍSTICA
 DESCRIÇÃO
 CÓDIGO

42	Bainha: quantidade de pilosidade ausente, pouco, regular ou muito (1) (3) (5) (7)
43	Palmito: presença de cera ausente, fraca, regular ou intensa (1) (3) (5) (7)
44	Palmito: cor (a, b, c, d, e, f, g, h, i)* (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9)
45	Palmito: comprimento curto, médio ou longo (1) (2) (3)
46	Palmito: seção transversal circular ou oval (1) (2)

Obs:(*Cor, **Gemas, ***Lígula, ****Aurícula, *****Cotovelo).

* Cor

Branco verde (a), Amarelo verde (b), Amarelo roxo (c), Verde (d), Verde amarelo (e), Verde roxo (f), Roxo (g), Roxo amarelo (h) e Roxo verde (i).

** Tipo de Gemas

Triangular (a), Ovalada (b), Obovada (c), Pentagonal (d), Rombóide (e), Redonda (f), Oval (g), Retangular (h) e Bicudo (i).

*** Tipo de Lígula

Fita (a), Deltóide (b), Crescente (c), Arco (d), Assimétrica Vertical (e), Assimétrica Horizontal (f).

**** Tipo de Aurícula

Transição (a), Deltóide (b), Dentóide (c), Unciforme (d), Calcariforme (e), Lanceolada (f), Falcada (g).

***** Formato do Cotovelo

Lanceolado (a), Gola (b), Normal (c), Retangular (d), Triangular (e), Degrau em Corte (f), Degrau em Cunha (g), Degrau Curvo (h), Degrau Sinuoso (i).