

NANCY TAÉRA IBRAIMO SAMAMAD

**INTERAÇÃO GENÓTIPOS x AMBIENTES DOS TEORES DE FIBRA E
LIGNINA EM CANA-DE-AÇUCAR**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2011

NANCY TAÉRA IBRAIMO SAMAMAD

**INTERAÇÃO GENÓTIPOS x AMBIENTES DOS TEORES DE FIBRA E
LIGNINA EM CANA-DE-AÇUCAR**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 8 de abril de 2011.

Prof.: Valterley Soares Rocha

(Coorientador)

Prof.: Pedro Crescêncio Souza Carneiro

(Coorientador)

Dra.Candida Elisa Manfio

Prof.: Márcio Henrique Pereira Barbosa

(Orientador)

**A Deus,
Minha mãe,
Minha irmã
Minhas avós
E aos meus amigos**

AGRADECIMENTOS

Agradeço á minha querida mãe pela força, confiança e carinho;

As minhas avós pelo carinho;

Aos meus amigos pelo incentivo e torcida;

Ao professor Pedro Crescêncio Souza Carneiro pela orientação e pela paciência;

Ao professor Valterley Soares Rocha, pelo carinho e amizade;

Ao professor Márcio Henrique Pereira Barbosa pela orientação;

Ao PMGCA pelo fornecimento de mudas;

A equipe do CECA pela ajuda, paciência, atenção e dedicação;

Ao David Baffa pela colaboração, paciência e disponibilidade;

A Tatiana Gouveia pelo carinho e atenção;

A Universidade Federal de Viçosa, em especial o Departamento de Fitotecnia pela oportunidade de fazer o curso;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida durante o período do curso;

Aos demais colegas e amigos por estarem sempre presentes, acreditando em mim, nunca me permitindo desistir.

SUMÁRIO

RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Etanol no Brasil e no Mundo.....	4
2.2. Hidrólise enzimática e ácida da fibra.....	5
2.3. Fibra.....	6
2.4. Interação genótipos x ambientes.....	8
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3.1. Detalhes experimentais.....	10
3.2. Obtenção da fibra.....	11
3.3. Análises químicas.....	12
3.4. Análises estatísticas.....	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4.1. Caracterização edafoclimática.....	16
4.1.1. Temperatura.....	16
4.1.2. Umidade relativa.....	17
4.1.3. Precipitação.....	17
4.1.4. Velocidade do vento.....	18
4.1.5. Tipo de solo.....	19
4.2. Análise individual de variância.....	20
4.3. Análise conjunta de variância.....	22
5. CONCLUSÃO.....	30
6. REFERÊNCIAS.....	31

RESUMO

SAMAMAD, Nancy Taéra Ibraimo, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2011. **Interação genótipos x ambientes dos teores de fibra e lignina em cana-de-açúcar.** Orientador: Márcio Henrique Pereira Barbosa. Coorientadores: Pedro Crescêncio Souza Carneiro e Valterley Soares Rocha.

As fibras vegetais possuem grande variação de acordo com o ambiente no qual se desenvolvem e usualmente são constituídas por aproximadamente 50% de celulose, 20% de lignina, 28% de hemicelulose e 2% de cinzas e outros compostos. Dentre estes, a lignina representa um dos principais entraves ao processo de hidrólise enzimática, pois dificulta o acesso das enzimas aos carboidratos fermentáveis, no processo de fabricação de etanol celulósico. O objetivo deste trabalho foi quantificar o teor de fibras e lignina em clones e variedades de cana-de-açúcar, bem como avaliar as interações para as características: teor de fibra, produtividade e teor de lignina. Para tal, dez clones e variedades foram avaliados em blocos casualizados, com seis repetições em três regiões do estado de Minas Gerais, respectivamente, Oratórios (CECA), João Pinheiro (Destilaria WD) e Pompéu (Destilaria Agropéu). A avaliação do teor de lignina foi realizada em seis repetições, enquanto a produtividade e o teor de fibras em três. As parcelas foram constituídas de 4 sulcos de 5 metros, com espaçamento entre linhas de 1,40 metros. A interação genótipos x ambientes é não significativa para o teor de lignina. Não houve diferença significativa do efeito de médias do teor de lignina, dos clones e variedades nos ambientes estudados, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Houve efeito significativo de genótipos e de locais, bem como da interação genótipos x ambientes para o teor de fibra. Houve efeito de genótipo, ambiente e corte, bem como de suas interações para produtividade (TCH).

ABSTRACT

SAMAMAD, Nancy Taéra Ibraimo, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, April, 2011. **Genotypes x environments interaction in fiber and lignin content in sugar cane.** Adviser: Márcio Henrique Pereira Barbosa. Co-Advisers: Pedro Crescêncio Souza Carneiro and Valterley Soares Rocha.

The vegetable fibers has great variation according to the environment in which they develop and usually consist of about 50% cellulose, lignin 20%, 28% hemicellulose and 2% ash and other compounds. Among these, lignin represents one of the main obstacles to the process of enzymatic hydrolysis. In the production of cellulosic ethanol, lignin hinders access of hydrolytic enzymes to fermentable carbohydrates. The objective of this work was to quantify the amount of fiber and lignin content in clones and varieties of sugar cane, and study the interaction for the characteristics: fiber content, yield and lignin content. So, ten clones and varieties of sugar cane were evaluated in a randomized block with six replicates in three regions of Minas Gerais, respectively Oratorios (CECA), João Pinheiro (Distillery WD) and Pompeu (Distillery Agropeu). The lignin content evaluation was performed in six replicates, whereas the yield and fiber content in three. The plots consisted of four ridges of 5 metres, with spacing of 1.40 metres. Genotypes x environments were not significant for the lignin content. There was no significant difference from the average effect of lignin content, the clones and varieties in the study sites, by Scott-Knott test at 5% probability. Significant effect of genotypes and environments, as well as the genotypes x environments interaction for the fiber content. There was significant effect of genotype, environment and cutting, as well as their interactions to yield.

1. INTRODUÇÃO

O tema “Biocombustíveis” é atualmente um dos assuntos de maior repercussão internacional em função de fatores geopolíticos e estratégicos. O Brasil tem encontrado neste cenário uma oportunidade para atuar como um dos autores na redefinição do modelo de matriz energética mundial, baseada em fontes mais limpas e renováveis de energia em relação ao petróleo.

De acordo com Anuário da Agricultura Brasileira (AGRIANUAL, 2007), o etanol apresenta uma demanda crescente para os próximos 25 a 30 anos e o Brasil deverá dobrar a sua produção para atender à demanda interna e externa.

O levantamento trimestral da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2011) indica aumento de área plantada com cana-de-açúcar em todas as regiões produtoras, onde a região sudeste teve um aumento de aproximadamente 6% e destes, Minas Gerais apresentou o aumento de área de mais de 10%.

A obtenção de etanol a partir do bagaço (fibra) da cana-de-açúcar permite o aumento da rentabilidade na produção de álcool carburante, por meio da hidrólise da celulose e hemicelulose provenientes deste resíduo. Atualmente, este resíduo é usado para a queima nas usinas, para alimentação animal ou na fertilização das lavouras. De acordo com a Secretaria de Tecnologia Industrial (STI) e o Ministério da Indústria e do Comércio (MIC) (1981), uma tonelada de cana-de-açúcar fornece aproximadamente 250 kg de bagaço com 45% de umidade (cerca de 140 kg de massa seca). As fibras vegetais possuem cerca de 95% de parede celular e esta é constituída (em base seca) por aproximadamente 50% de celulose, 20% de lignina, 28% de hemicelulose e 2% de cinzas e outros compostos (proteínas, enzimas e compostos fenólicos).

O processo de hidrólise também conhecido como sacarificação é um processo que visa à obtenção do etanol a partir da degradação dos componentes da fibra vegetal, através da ação de ácidos ou de complexos enzimáticos e são denominadas, hidrólise ácida e enzimática, respectivamente.

Na hidrólise ácida, em que a degradação da fibra ocorre pela ação de ácidos fortes ou fracos, requer maior investimento energético, econômico, produz maior quantidade de resíduos tóxicos e é atualmente a mais utilizada pelas usinas. Já a hidrólise enzimática possibilita o melhor aproveitamento de resíduos vegetais, tais como a casca do eucalipto, o bagaço de cana-de-açúcar, o capim elefante e outros materiais vegetais ricos em celulose e hemicelulose para produção do etanol, (CENBIO, 2010). Neste processo, o emprego de ácidos é bastante reduzido, podendo ser usado no tratamento da fibra e ainda assim, em pequenas quantidades. Além de menor gasto de energia elétrica, no processo de hidrólise enzimática os resíduos não precisam de tratamento podendo ser aplicados nas lavouras como fertilizantes, havendo assim uma redução nos custos.

Além disso, este processo permite o reaproveitamento dos microrganismos usados durante o processo, tanto de sacarificação quanto de fermentação, não sendo necessária a aquisição constante destes microrganismos (STI e MIC, 1981). Mas, para que este processo as enzimas devam ter acesso às fibrilas de celulose e hemicelulose, o que é dificultado pela presença da lignina, que constitui uma barreira à atuação dessas enzimas.

A parede celular possui uma parte microfibrilar constituída por celulose, que é o polissacarídeo mais abundante da natureza, e por uma matriz que contém geralmente pectinas, hemicelulose, proteínas, incluindo enzimas e compostos fenólicos como lignina e ácido felúrico (BRETT e WALDRON, 1996).

As hemiceluloses envolvem as fibrilas de celulose e são facilmente hidrolisadas liberando principalmente xilose e manose em maiores quantidades e outras substâncias em menores quantidades.

A lignina é um polímero tridimensional amorfo e heterogêneo, que representa um dos principais entraves ao processo de hidrólise enzimática. Na produção do etanol celulósico, a lignina dificulta o acesso de enzimas hidrolíticas aos carboidratos fermentáveis, acarretando perdas no processo de produção e aumentando o seu custo, uma vez que a enzima é consumida durante o processo (JORGENSEN e ISSON, 2006; LU et al., 2002; BERLIN et

al., 2005). A sua composição e quantidade possuem variação em função do ambiente em que a planta foi cultivada (MONTEIRO et al., 2004).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi quantificar os teores de fibra e de lignina em clones e variedades de cana-de-açúcar, bem como avaliar as interações para as características: teor de fibra, teor de lignina e produtividade, em três regiões produtoras de cana-de-açúcar em Minas Gerais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Etanol no Brasil e no mundo

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, sendo essa produção destinada principalmente à obtenção de açúcar e de álcool. De acordo com Gazzoni (2011), do ponto de vista tecnológico, o Brasil é o país mais avançado na produção e no uso do etanol como combustível, seguido pelos Estados Unidos da América (EUA) e, em menor escala, pela Argentina.

A produção mundial de álcool aproxima-se dos 40 bilhões de litros e destes, se presume, que até 25 bilhões de litros sejam utilizados para fins energéticos.

No Brasil, a produção de sua principal matéria prima (cana-de-açúcar) está concentrada na região centro-sul dos quais aproximadamente 54,23% só na região de São Paulo, 8,1% em Minas Gerais, 7,46% Goiás, 7,25% Paraná e os demais estados nas regiões norte e nordeste respondem por 14,71% da área plantada (CONAB, 2011). Neste país, a lavoura de cana-de-açúcar continua em expansão e em 2011 novas usinas de etanol entraram em funcionamento nesta safra. Dentre estas, 03 (três) estão localizadas em Minas Gerais, 02 (duas) em São Paulo e Goiás e 01 (uma) em Mato Grosso, 01 (uma) em Mato Grosso do Sul e 01 (uma) no Rio de Janeiro.

Na safra 2010/2011, cerca de 625 milhões de toneladas serão moídas e aproximadamente 54% será destinada à produção de etanol, gerando um volume de 27,669 milhões de litros.

O etanol é utilizado em mistura com gasolina no Brasil, EUA, União Européia, México, Índia, Argentina, Colômbia e, mais recentemente, no Japão.

Considerando-se o etanol e a co-geração de energia elétrica a partir queima do bagaço nas usinas, a cana-de-açúcar é a segunda maior fonte de energia renovável no Brasil, depois da energia hídrica, com participação na matriz energética de aproximadamente 13%.

Estima-se que na safra de 2010/2011 serão obtidas cerca de 88 milhões de toneladas de massa seca de bagaço provenientes da moagem da cana-de-

açúcar. Esse bagaço é geralmente, queimado nas caldeiras das usinas, tornando-as auto-suficientes em energia e, em muitos casos, superavitárias em energia elétrica que pode ser comercializada. Segundo o Centro Nacional de Referência em Biomassa (CENBIO, 2010), este bagaço pode também ser destinado à produção do etanol celulósico ou de 2ª geração através do processo de hidrólise, permitindo assim o aumento da produção do etanol nas regiões mais competitivas, reduzindo riscos econômicos e ambientais.

Os materiais lignocelulósicos (palhas, cascas e bagaço) provenientes da produção agrícola, beneficiamento de cereais e processamento de madeira representam potenciais fontes para a produção de etanol celulósico (FONSECA, 2009).

2.2. Hidrólise enzimática e ácida da fibra

A obtenção de etanol a partir da hidrólise consiste na liberação e transformação de celulose e hemicelulose contida na fibra da cana-de-açúcar (parede celular), em açúcares (hexoses e pentoses). Este processo pode ocorrer por meio de reações enzimáticas (hidrólise enzimática) ou ácidas (hidrólise ácida). Os açúcares resultantes da hidrólise servirão de substrato no processo de fermentação, por ação de fungos específicos, para produzir o etanol (CELULOSE, 2007).

O processo de hidrólise enzimática é complexo, pois depende de organismos vivos e de reações enzimáticas que podem ser influenciados por vários fatores externos. Durante esse processo, a lignina não é consumida, podendo ser quantificada, permitindo estudos para aumentar a eficiência do processo, bem como o manejo de clones e variedades utilizadas. Segundo Berlin et. al (2005), quanto menor o teor de lignina do clone ou variedade, maior a eficiência do processo de hidrólise enzimática.

Este é considerado um processo sustentável, pois tem menores impactos ao meio ambiente em comparação ao processo de hidrólise ácida, devido ao baixo consumo de energia e de água, além de liberar menor quantidade de resíduos tóxicos. Além disso, este processo possibilita o melhor

aproveitamento de resíduos vegetais, tais como a casca do eucalipto, o bagaço de cana-de-açúcar, o capim elefante, palha de milho dentre outros materiais vegetais ricos em celulose para produção do etanol (CENBIO, 2010).

Contudo, atualmente o processo hidrólise convencional também chamada de hidrólise ácida é o mais utilizado e consiste na adição de ácidos fortes e ou fracos na maior parte das etapas do processo de produção do etanol, tais como, no tratamento do material e no processo de sacarificação. De acordo com Pereira et al. (2000), a obtenção dos açúcares redutores e eficiência deste método, depende do tipo de ácido (se forte ou fraco), da concentração (se mais ou menos diluídos) e do binômio tempo/temperatura. Esses fatores influenciam diretamente na velocidade das reações bem como na quantidade de açúcares obtidos.

O processo de hidrólise enzimática permite o reaproveitamento dos microrganismos usados durante o processo, tanto de sacarificação quanto de fermentação, não sendo necessária a aquisição constante destes microrganismos (STI e MIC, 1981). Este processo também permite melhor controle das etapas e rápida intervenção corretiva, pois ocorre descontinuamente em dornas (tanques), afetando somente a produção da dorna que apresentou o problema.

2.3. Fibra

A parede celular constitui 95% da fibra, sendo composta por celulose, hemicelulose, pectinas, proteínas e compostos fenólicos (BRETT e WALDRON, 1996). A parede celular é uma estrutura complexa, responsável por várias funções dentre as quais o controle de expansão da célula, controle do transporte intercelular, proteção contra patógenos e sinalização de células. Esta é também responsável pela rigidez e formato da célula devido à presença de macromoléculas, ligadas entre si, que restringe a passagem de cátions, pois possui cargas negativas.

a) Celulose

A celulose é o polissacarídeo natural mais abundante na terra e principal componente da parede celular e possui grande resistência a hidrólise devido a sua estrutura cristalina. Sua cadeia é constituída por unidades de glicose, unidas através de ligações glicosídicas β -1,4, resultando num polímero de alto peso molecular, Zhang et. al. (2006). As enzimas, atualmente usadas no processo de hidrólise enzimática, quebram as ligações glicosídicas β -1,4, liberando glicose que servirá de substrato para a *Sacharomyces cerevisiae*, no processo de fermentação alcoólica (SANTOS, 2010).

b) Hemicelulose

A hemicelulose é um heteropolissacarídeo constituído principalmente por pentoses (D-xilose e L-arabinose) e hexoses (D-glicose, D-galactose e D-manose). Estas envolvem as fibras de celulose e são facilmente hidrolisados liberando principalmente xilose e manose (ZHANG et al., 2006). Contudo, a xilose não é fermentada pela *Sacharomyces cerevisiae*, e portanto, pode ser destinada para a preparação de xilitol, furfural, ácido levulínico, sendo destinadas para outros fins, por exemplo para a indústria farmacêutica (STI/MIC, 1981).

c) Lignina

A lignina é um polímero tridimensional, amorfo e heterogêneo, que reveste ou preenche espaços entre os demais polissacarídeos. Ela é responsável pela rigidez, proteção contra patógenos e pela baixa reatividade dos materiais lignocelulósicos (FONSECA, 2009). Caracteriza-se por apresentar elevado número de grupos $-OCH_3$ e de grupos $-OH$, alguns dos quais de natureza fenólica (STI/MIC, 1981).As ligninas provenientes de

madeiras coníferas são compostas geralmente por precursores de unidades guaiacil sendo denominadas ligninas tipo G. Já as folhosas são mais ricas em siringil e diferentemente destas, as gramíneas possuem os três tipos de precursores (*p*-hidróxifenil, guaiacil e siringil), tendo a lignina do tipo HGS (SANTOS, 2010).

Assim, a lignina diminui a eficiência de produção do etanol celulósico, pois além de sua hidrofobicidade, ela dificulta o acesso das enzimas e ácidos aos substratos, podendo ainda promover a adsorção das celulases durante o processo (BERLIN et al., 2005; JORGENSEN e ISSON 2006; SANTOS, 2010).

De acordo com Monteiro et al. (2004), a arquitetura molecular da lignina difere segundo a origem botânica dos táxons, entre células e até mesmo dentro da parede celular, respondendo aos efeitos bióticos e abióticos. Sua síntese obedece aos conceitos da topoquímica onde o tempo e local de deposição pode ser endógena e exogenamente afetado. Dentre esses fatores, os ataques de patógenos, bem como temperatura, precipitação, tipo de solo, manejo da cultura, são mais significativos (BORÉM, 2005).

2.4. Interação genótipos X ambientes

Quando um indivíduo é avaliado em diferentes ambientes, o efeito ou expressão de seus genes sofre a ação do meio, resultando no valor fenotípico. Assim, essa interação, que é também chamada de interação genótipos x ambientes, quantificação do comportamento diferenciado dos genótipos quando submetidos a ambientes distintos (CRUZ e CARNEIRO, 2004).

Essa situação representa grande desafio para os melhoristas, pois os genótipos apresentam respostas diferentes as variações ambientais, alterando sua classificação devido a falta de correlação entre os desempenhos dos genótipos. A presença dessa interação resulta no comportamento variável dos genótipos de cana-de-açúcar para o teor de fibra e seus componentes, sob diferentes ambientes, dificultando assim a seleção dos mesmos (MONTEIRO et al., 2004).

Melo et al. (2006) estudaram o desempenho de dezesseis clones RB da série 94 quanto à produtividade agroindustrial, bem como as interações genótipos x ciclos de colheita de cana-de-açúcar. Os resultados confirmaram o potencial em produção de colmo e de açúcar por hectare nas condições ambientais da Zona da Mata. O efeito de corte da cana-de-açúcar foi altamente significativo, indicando o comportamento específico entre os genótipos nos diversos cortes da cana-de-açúcar e a produtividade pelos ciclos de colheita.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Detalhes experimentais

O plantio do experimento foi efetuado em 3 regiões do estado de Minas Gerais: Oratórios (CECA), na Zona da mata, João Pinheiro, na Destilaria WD, triângulo Mineiro e Pompéu, na Destilaria Agropéu, Sul de Minas.

Os experimentos foram delineados em blocos inteiramente ao acaso, com seis repetições. A coleta e análise dos dados para lignina foi realizada em seis repetições enquanto que para produtividade e fibra foi efetuada em três repetições. As parcelas foram constituídas de 4 sulcos de 5 metros, espaçadas entre si em 1,40 m. As adubações e os tratamentos culturais foram realizados pelas usinas, tendo como base a análise de solo e levantamento populacional das ervas daninhas predominantes nas áreas, segundo ANDRADE e ANDRADE (2007).

O plantio foi realizado em Fevereiro de 2008, com o primeiro corte realizado 15 meses após o plantio e o segundo corte foi feito 12 meses após o primeiro.

Nos ensaios foram avaliados dez clones e variedades, sendo cinco de elevado teor de fibra e outros cinco de baixo teor, de acordo com o Quadro 1. A classificação dos clones e variedades quanto ao teor de fibra foi realizada pelas Usinas e foi baseada em informações do programa de melhoramento de cana-de-açúcar da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Quadro 1 – Identificação das variedades e clones avaliados

Baixo Teor de Fibra	Elevado Teor de Fibra
RB835486 (variedade)	SP80-1842 (variedade)
RB987917 (clone)	SP83-2847 (variedade)
RB987931 (clone)	RB008029 (clone)
RB855536 (Variedade)	RB987934 (clone)
RB925211 (variedade)	RB987911 (clone)

Para obtenção da produtividade, a parcela foi colhida manualmente, os colmos foram despontados na altura da gema apical (ponto de quebra) e pesados com auxílio de dinamômetro acoplado a carregadora.

Os valores para produtividade (TCH) foram determinados através da pesagem dos colmos por parcela, de acordo com a fórmula:

$$TCH = (\text{Peso da parcela (kg)} \times 10.000 \text{ m}^2 / \text{área útil da parcela}) / 1000$$

Onde:

TCH: É a produtividade em toneladas de cana-de-açúcar por hectare.

Ainda durante a colheita, foram coletadas nas parcelas amostras de 12 colmos por parcela, para análise tecnológica utilizando-se a metodologia do Sistema de Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose (SPCTS) conforme descrito por Fernandes (2003).

3.2. Obtenção do teor de fibra

O teor de fibra foi determinado pelo método de prensa, também conhecido como método Tanimoto (FERNANDES, 2003), em que o teor é calculado em função do Brix do caldo extraído, peso do bagaço úmido e do bagaço seco, de acordo com a fórmula:

$$FIB = \frac{100 * PBS - B_j * PBU}{5 * (100 - B_j)}$$

Onde:

FIB: Teor de Fibra;

PBU: Peso do bagaço úmido;

PBS: Peso do bagaço seco;

B_j: Brix do caldo extraído.

3.3. Análises Químicas

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Fisiologia Vegetal do Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Viçosa.

a) Determinação do teor de lignina

a.1) Preparo das amostras

O bagaço coletado foi mantido congelado (-20°C) em refrigerador até o momento da análise para evitar ataque de microrganismos. O bagaço foi seco em estufa por 24 horas a 105°C e logo em seguida, foi moído e peneirado através de uma malha de 0.4mm.

Os extrativos da amostra foram sucessivamente obtidos com misturas de solventes orgânicos em uma unidade de extração Soxhlet. As amostras foram extraídas com uma mistura de tolueno-etanol (1:1) durante 1 hora no extrator Soxhlet. Ao final, as amostras foram secas em estufa à 75°C por 24 horas.

a.2) Quantificação da lignina insolúvel e solúvel em ácido

A quantidade de lignina insolúvel, também chamada de lignina Klason presente nas amostras de fibra de cana-de-açúcar foi determinada gravimetricamente. Aproximadamente 300 mg do material foram colocados em tubos de 100 ml, onde foi adicionado 1,5 ml de H₂SO₄ 72% (m/m). Os tubos foram incubados a 45°C por 7 minutos e após esse tempo, 20 ml de água destilada foram adicionados (para diluição do ácido). As amostras foram autoclavadas a 121 °C, 15 psi por 60 minutos. A lignina foi separada do material hidrolisado da parede celular por filtração e o resíduo foi lavado com água quente cuidadosamente até a remoção máxima do hidrolisado. O

sedimento da lignina Klason foi então seco em estufa a 105 °C por 48 horas e posteriormente pesada. Assim, o cálculo deste sedimento foi realizado a partir da diferença do peso prévio do papel de filtro sem o resíduo de lignina e posterior, com o resíduo de lignina. A lignina solúvel na fração líquida foi determinada de acordo com TAPPI UM 250 (TAPPI, 1985). A lignina total corresponde ao somatório das frações insolúvel e solúvel.

b) Cálculo do teor de lignina solúvel

Depois de se obter os valores da lignina solúvel, aplicou-se a seguinte fórmula:

$$A = \varepsilon * C * L$$

Onde:

A= absorvância (valor lido no espectrofotômetro)

ε = Absortividade (105 l/cm)

C= Concentração da solução (g/l)

L= Distância percorrida (cm)

Após a obtenção do valor da concentração da solução (C), a porcentagem de lignina por amostra foi obtida através da seguinte fórmula:

$$t=(C*100)/Q$$

Onde:

t= Porcentagem de lignina

Q= Quantidade de amostra utilizada

Nota: O valor obtido de C na equação anterior foi corrigida para 100ml, para se obter o valor da porcentagem de lignina.

c) Cálculo do teor de lignina insolúvel

Para a obtenção da lignina insolúvel, calculou-se a diferença entre o filtro (peso da lã de vidro) com lignina e sem lignina de todas as repetições, tendo-se

transformado o valor encontrado para porcentagem. Depois retirou-se a média dessas porcentagens, obtendo-se assim o valor da lignina insolúvel de cada variedade ou clone. O teor de lignina total foi obtido pela soma das frações solúvel e insolúvel. Assim, os valores do teor de lignina obtidos, referem-se a porcentagem de lignina encontrada na fibra total daquele clone ou variedade. Por exemplo, no primeiro corte, a variedade SP80-1842 produziu cerca de 203 toneladas de colmo por hectare que apresentou cerca 11,72% (23 ton/ha). E, nesses 11,72% de teor de fibra, obteve-se cerca de 26% de teor lignina, que corresponde a aproximadamente a 6 toneladas de lignina.

3.4. Análises estatísticas

a) Análise individual de variância

A análise individual de variância foi realizada de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \mu + b_j + g_i + e_{ij}$$

Onde:

Y_{ij} : É o valor observado do cultivar i no bloco j ;

μ : É a média geral;

b_j : Efeito do bloco j ($j = 1, 2, \dots, 6$);

g_i : Efeito do genótipo i ($i = 1, 2, \dots, 10$)

e_{ij} : Erro experimental, com $e_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$

b) Análise conjunta de variância

Para a análise conjunta de variância foi efetuada através do seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + (B/L)/A_{jkm} + G_i + A_j + L_k + GA_{ij} + GL_{ik} + AL_{jk} + GAL_{ijk} + \varepsilon_{ijk}$$

Onde:

Y_{ijk} : É o valor observado do genótipo i , no local k no ano j .

μ : É a média geral;

$(B/L)/A_{jkm}$: Efeito do bloco m no local k no corte j (m= 1, 2, ... , 6 blocos)

G_i : É o efeito do genótipo i (i= 1, 2, ... , 10 genótipos);

L_k : Efeito do local k (k= 1,2 e 3 locais) ;

A_j : Efeito do corte j (j= 1 e 2 anos)

ε_{ijk} : erro experimental

Foram estimados os coeficientes de correlação fenotípica, genotípica e residual entre as variáveis. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do programa GENES (CRUZ, 2006).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização edafo-climática

O experimento foi instalado em 3 locais de produção de cana-de-açúcar no estado de Minas Gerais, sendo estes o Município de Ponte Nova, em Oratórios, no Centro de Pesquisa e Melhoramento da Cana-de-açúcar (CECA), João Pinheiro, na Destilaria WD (Fazenda Flor de Minas) e Pompéu, na Destilaria Agropéu, localizada na Fazenda Santa Izabel.

Os dados climáticos para João pinheiro e Pompéu foram obtidos através da estação meteorológica das respectivas usinas, enquanto os dados climáticos de Oratórios foram obtidos através da estação meteorológica de Ponte Nova.

4.1.1. Temperatura

As temperaturas médias pouco diferem nos 3 locais, tanto no primeiro como no segundo corte (Figura 1). Entretanto, a região de João Pinheiro apresentou temperaturas médias um pouco mais elevadas, seguida pela região de Pompéu.

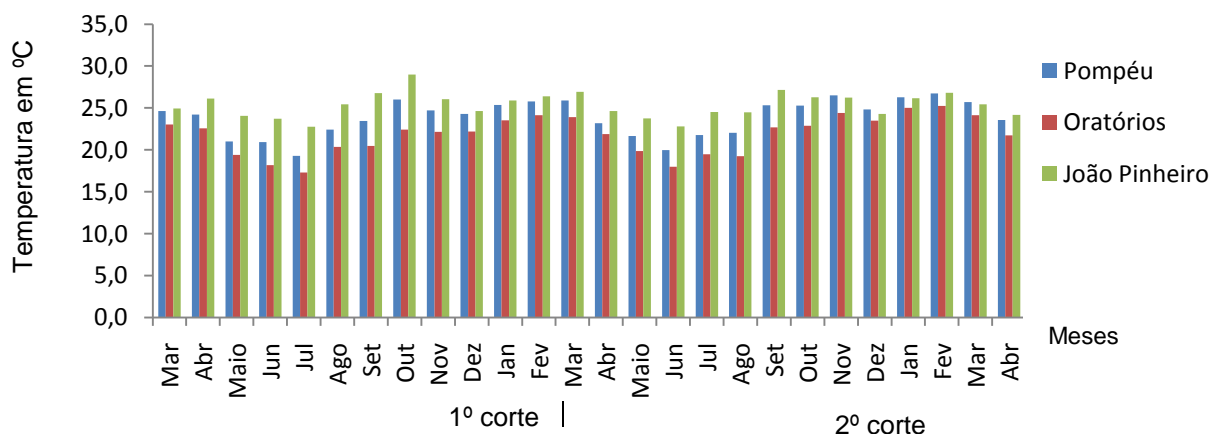


Figura 1. Temperatura média referentes ao período de Março/2008 à Abril/2010 para Pompeu (Agropeu), Oratórios (CECA) e João Pinheiro (DWD).

O aumento da temperatura promove o aumento da transpiração por parte da planta. Por sua vez, este aumento da transpiração reduz o potencial hídrico da folha que é repassado as raízes, estimulando assim o aumento da absorção de água e nutrientes do solo. Para suportar esse aumento de translocação de água e nutrientes, a planta deve produzir mais componentes da parede para aumentar a resistência das paredes dos vasos.

4.1.2. Umidade relativa

No decorrer do experimento, as regiões de João Pinheiro e Pompéu apresentaram menores taxas de umidade relativa (Figura 2).

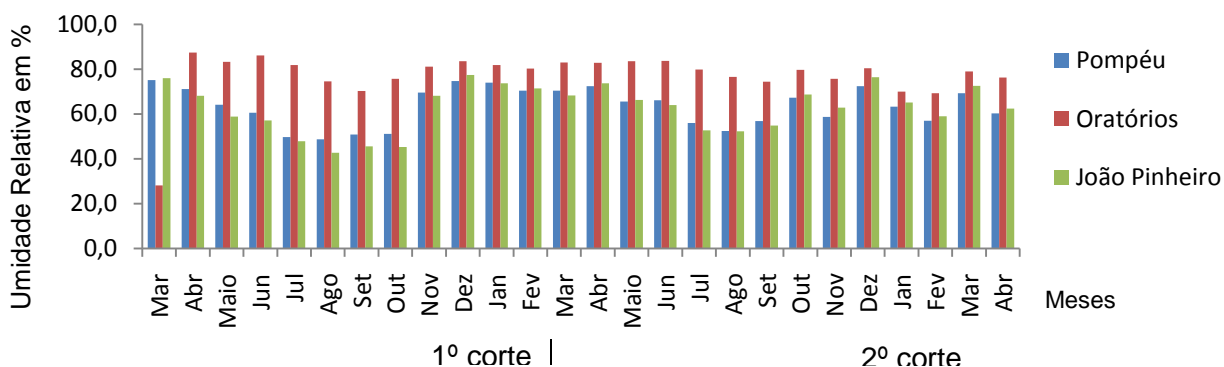


Figura 2. Umidade relativa média referentes ao período de Março/2008 à Abril/2010 para Pompeu (Agropeu), Oratórios (CECA) e João Pinheiro (DWD).

O aumento da umidade relativa reduz o processo de transpiração e translocação de água e nutrientes, pois quanto menor a diferença do potencial hídrico da planta com o ambiente, menor é a transpiração pois o ar encontra-se saturado de vapor de água, reduzindo assim a transpiração da planta.

4.1.3 Precipitação

A distribuição de chuvas foi mais ou menos semelhantes nos 3 locais, sendo que os meses com os maiores volumes de precipitação foram novembro, dezembro e janeiro, conforme Figura 3.

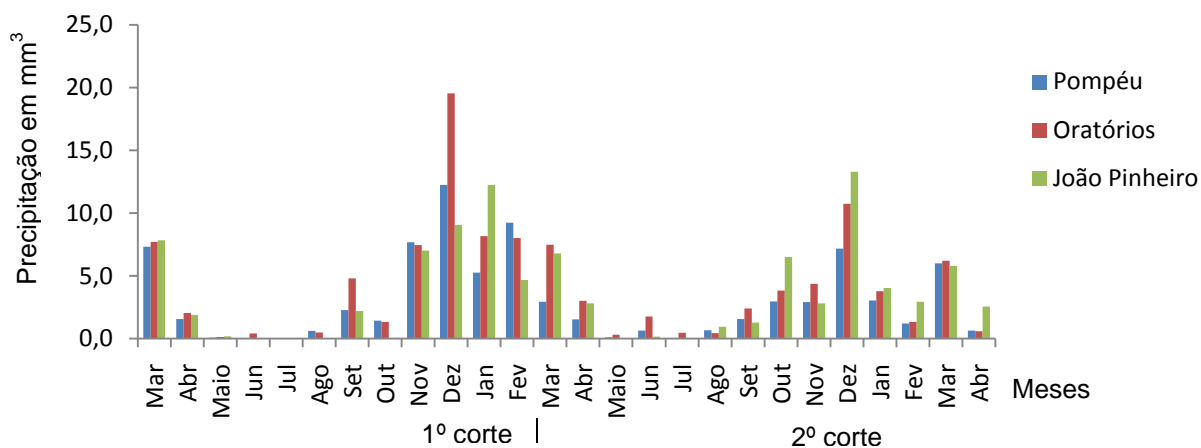


Figura 3. Precipitação média referentes ao período de Março/2008 à Abril/2010 para Pompeu (Agropeu), Oratórios (CECA) e João Pinheiro (DWD).

O local de Oratórios apresentou maior volume de água durante o 1º e 2º corte, seguido por João Pinheiro, sendo que quanto maior o volume de água no solo, maior é a sua disponibilidade para a planta absorver.

4.1.4. Velocidade de ventos

No geral, a velocidade média dos ventos não passou de 2 km/h, sendo que a região de João pinheiro apresentou maiores índices de velocidade em relação aos demais locais (Figura 4). O vento tem a capacidade de retirar a camada de vapor de água que se forma logo acima da cutícula (camada limítrofe). Esta camada tem objetivo de reduzir a evapotranspiração das folhas, pois reduz a temperatura das mesmas em relação ao ambiente. Deste modo, quando esta é retirada há um aumento da diferença do potencial hídrico entre a parte externa e interna da folha, fazendo com que a folha perca mais água para o ambiente, aumentando assim a transpiração, a translocação, absorção de água e nutrientes e conseqüentemente, produzindo um sistema de vasos mais robusto, devido ao aumento dos componentes da parede.

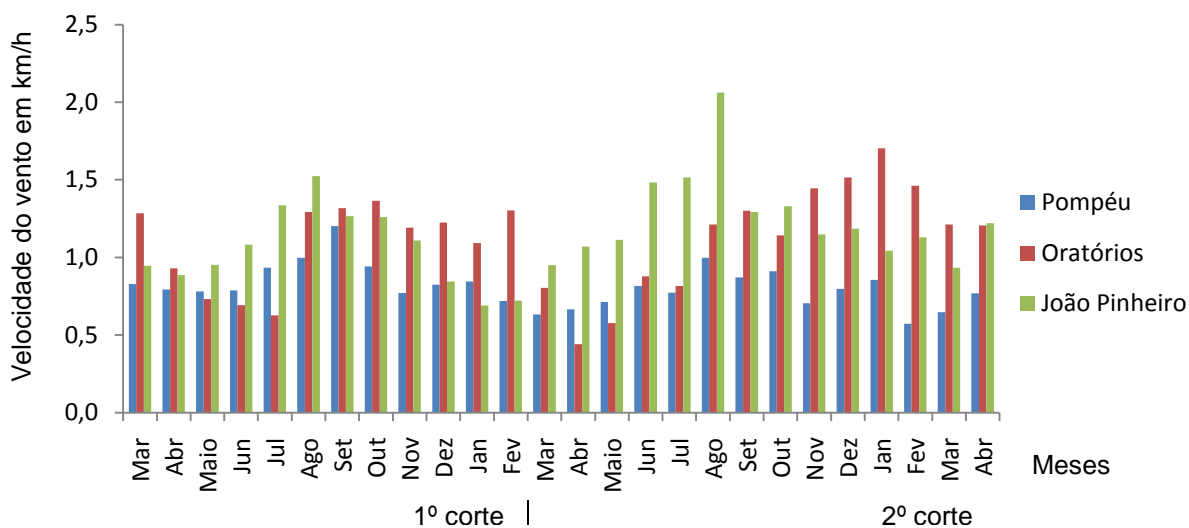


Figura 4. Velocidade média de ventos referentes ao período de Março/2008 à Abril/2010 para Pompeu (Agropeu), Oratórios (CECA) e João Pinheiro (DWD).

4.1.5. Tipo de solo

O tipo de solo predominante nos três locais é o Latossolo-Vermelho-amarelo, onde as análises foram realizadas nas profundidades de 0-20 e 20-40cm, pelo Laboratório de Análises de Solos, no Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa (Tabela 1). O tipo de solo determina a capacidade que o solo tem de armazenar água e nutrientes sendo que solos mais argilosos apresentam maior capacidade de retenção de água que os arenosos.

Tabela 1 – Resultados da análise química do solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm de Pompeu (Agropéu), Oratórios (CECA) e João Pinheiro (Destilaria WD), onde foram instalados os experimentos de fibra de cana-de-açúcar

Local	Profundidade	PH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	K	P	MO
		H ₂ O	cmol _c / dm ³				mg/dm ³		dag/kg
AGROPÉU	0-20	5,4	1,93	0,6	0,23	3,6	59,3	2,4	3
	20-40	5,3	1,83	0,63	0,2	3,1	27,3	4,5	2,8
CECA	0-20	4,79	0,41	0,18	0,92	5,4	19	6,4	1,90
	20-40	4,80	0,40	0,15	0,72	4,4	11	5,2	1,52
DWD	0-20	5,9	3,8	1,3	0	4,2	28,7	10,9	4,53
	20-40	5,9	2,7	0,8	0	4,79	7,7	8,2	5,1

De acordo com RIBEIRO et al. (1999), a coleta de amostras de solo foi realizada em zigue zague, nas profundidades de 0-20 e de 20-40 cm e as amostras foram encaminhadas para o laboratório de análises de solos, no Departamento de solos da Universidade Federal de Viçosa, onde foram realizadas as análises químicas e físicas dos solos. Os solos do centro de pesquisa e melhoramento de cana-de-açúcar (CECA) em Oratórios e da destilaria WD em João Pinheiro apresentaram aproximadamente 45% de argila, sendo classificados como solos argilosos enquanto a destilaria Agropéu (Pompeu) apresentou aproximadamente 70% de argila sendo por isso classificados em solos muito argilosos.

4.2. Análise individual de variância

Considerando o teor de lignina, observou-se que não houve variabilidade entre os genótipos (clones e variedades) a 5% de probabilidade pelo teste F (Tabela 2) em nenhum dos cortes e locais avaliados. Os valores observados de F menores que 1 indicam que as variações entre as repetições foram maiores que as variações entre os genótipos.

Tabela 2 – Resumo das análises individuais de variância referentes ao primeiro e segundo corte dos genótipos de cana-de-açúcar, instalados nos locais Pompéu (Agropéu), Oratórios (CECA) e João Pinheiro (Destilaria WD), para os teores de lignina, fibra e produtividade.

Corte	Local	Lignina		Fibra		TCH	
		QMG	CV (%)	QMG	CV(%)	QMG	CV(%)
1	Agropéu	3,99 ^{ns}	10,34	1,00*	5,34	4982,54**	16,12
1	CECA	9,18 ^{ns}	12,57	2,15*	7,46	887,51**	8,63
1	Destilaria WD	27,80 ^{ns}	18,0	0,71**	3,15	680,24**	8,20
2	Agropéu	12,25 ^{ns}	13,99	0,92**	2,94	1095,21**	18,55
2	CECA	5,07 ^{ns}	15,76	2,38 ^{ns}	9,53	1008,727**	12,40
2	Destilaria WD	12,71 ^{ns}	20,26	4,05**	4,89	1127,48**	9,01

ns: Não significativo à 5% de probabilidade pelo teste F;

*e** significativo à 5 e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste F;

TCH: Produtividade em toneladas de cana por hectare;

QMG: Quadrado médio dos genótipos (clones e variedades);

CV: Coeficiente de variação em porcentagem.

Para a produtividade (TCH) e teor de fibras observou-se efeito significativo de genótipos para todos os cortes e locais, exceto no segundo corte do Centro de Pesquisa e Melhoramento da Cana-de-açúcar (CECA), para teor de fibras.

De modo geral, os experimentos apresentaram boa precisão experimental, com valores de coeficientes de variação (CV) menores que 20%, excepto pelo teor de lignina do local João Pinheiro.

Segundo Gomes (1981), experimentos com CV abaixo de 20% são considerados de média precisão experimental e abaixo de 10% de alta precisão. Estes resultados ilustram maior precisão na avaliação do teor de fibra do que do teor de lignina. Isto, provavelmente decorre do processo de determinação destas características.

4.3. Análise conjunta de variância

Para o teor de fibra, a análise conjunta de variância indicou efeito da Interação corte x local, a 5% de probabilidade pelo teste F (Tabela 3). Contudo, não houve efeito das interações genótipo x local, genótipo x corte e genótipo x local x corte para o teor de fibra.

Observou-se efeito significativo para o corte, local e para a interação cortes x locais (A x L) para o teor de lignina. Os genótipos do segundo corte dos locais Agropéu e CECA apresentaram menores teores de lignina em relação ao local DWD, bem como aos três locais do primeiro corte (Tabela 4).

Deste modo, para o teor de lignina os genótipos podem ser avaliados em somente um local, num único corte.

Quanto a produtividade, observou-se efeito significativo dos genótipos, locais, cortes e para as interações corte x local e genótipo x local, a 1% de probabilidade enquanto que as demais interações (genótipo x local e genótipo x local x corte) foram significativas à 5% de probabilidade pelo teste F. O efeito significativo de genótipos indica que os clones e variedades estudados possuem variabilidade genética para as características teor de fibra e produtividade (TCH).

Tabela 3 – Análise conjunta de variância referente ao primeiro e segundo corte dos genótipos de cana-de-açúcar, instalados nos locais Pompéu (Agropéu), Oratórios (CECA) e João Pinheiro (DWD), para os teores de lignina, fibra e para a produtividade

FV	Quadrados Médios			
	GL	Lignina	Fibra	TCH
(B/L)/A	12 (30) ¹	23,46	0,93	268,15
Genótipos(G)	9	22,39 ^{ns}	7,25*	4333,2**
Cortes (A)	1	4383,3**	0,05*	43964,1**
Locais (L)	2	446,79**	31,38**	3287,0**
G x A	9	18,94 ^{ns}	1,07 ^{ns}	462,6*
G x L	18	8,18 ^{ns}	0,72 ^{ns}	2013,5**
A x L	2	359,04**	10,71*	31414,7**
G x A x L	18	6,66 ^{ns}	0,73 ^{ns}	479,4*
Resíduo	108 (270)	13,27	0,51	197,0
Média		23,20	11,75	111,99
CV (%)		15,70	6,07	12,53

ns: Não significativo à 5% de probabilidade pelo teste F

*e** significativo à 5 e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste F

1 Valores entre parenteses referem-se aos graus de liberdade para a análise de variância da característica teor de lignina

Tabelas 4 – Médias dos teores de lignina (em porcentagem) em genótipos de cana-de-açúcar, avaliados em dois cortes, nos locais de Agropéu, CECA e DWD.

Genótipos	CORTE 1				CORTE 2			
	Agropéu	CECA	DWD	Média	Agropéu	CECA	DWD	Média
RB925211	27,8	28,02	31,61	29,14 a ¹	17,77	17,86	24,86	20,16 b
RB987934	26,0	28,97	28,42	27,79 a	16,53	16,92	24,21	19,22 b
RB835486	25,3	27,31	26,50	26,36 a	16,16	15,40	20,32	17,29 b
RB987911	26,6	26,95	27,19	26,93 a	20,72	17,21	22,57	20,17 b
SP80-1842	26,2	25,99	25,42	25,86 a	19,21	17,19	24,47	20,29 b
RB008029	26,4	26,52	26,58	26,51 a	18,25	18,09	24,89	20,41 b
RB855536	26,4	24,62	23,60	24,88 a	17,14	17,97	23,64	19,58 b
RB987917	25,6	27,51	28,17	27,09 a	18,69	16,55	25,10	16,95 b
SP83-2847	27,3	26,60	26,85	26,93 a	17,69	17,75	24,00	19,81 b
RB987931	25,3	25,69	25,40	25,47 a	19,70	15,82	24,69	20,07 b
Média	26,29 A	26,82 A	26,97A	26,69A 2	17,24 B	17,08 B	23,87 A	19,40B

1 Médias da mesma coluna seguidas pela mesma letra minúscula pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott e Knott à 5% de probabilidade;

2 Médias da mesma linha seguidas pela mesma letra maiúscula dentro de cada corte pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott e Knott à 5% de probabilidade.

Verificou-se também, variabilidade significativa para o TCH e para o teor de fibra, o que favorece a obtenção de resultados positivos na escolha de genótipos de maior produtividade agrícola e industrial em locais específicos (Tabelas 5 e 6). Esses dados foram concordantes com os resultados encontrados por Melo et al. (2006), que trabalhando com 16 genótipos de cana-de-açúcar, obteve significância dos genótipos para ambientes e para as interações genótipos x ambientes para as características de produtividade e teor de fibra. Entretanto, Moura (1990) relatou interação não significativa para as mesmas características.

Na avaliação não foi detectada de variabilidade para lignina, podendo-se atribuir esses resultados ao fato de terem sido avaliados genótipos selecionados, com resistência a pragas e doenças (uma das principais funções da lignina), sendo por isso, não divergentes para o teor de lignina. Este comportamento pode ainda ser justificado pela baixa precisão do método utilizado para determinação da referida característica.

A redução nos teores de lignina dos genótipos no segundo corte nos locais Pompéu (Agropéu) e Oratórios (CECA), deve-se provavelmente a temperaturas médias mais amenas em relação ao local João Pinheiro (Destilaria WD), umidade relativa mais elevada, (média acima de 85% para o CECA), maior o volume pluviométrico com distribuição mais uniforme e velocidade dos ventos foi inferior em relação ao local Destilaria WD.

Esses fatores combinados favorecem a redução da transpiração, absorção e translocação de água na planta, que reduz a produção de lignina, tendo em vista que a planta não precisa investir em componentes da parede (especialmente lignina) para “fortalecer” seu sistema de condução, diferente do desempenho dos genótipos no local João Pinheiro (Destilaria WD), que produziram maiores teores de lignina. Observa-se ainda, uma redução significativa na produtividade no segundo corte, o que é normal na cultura, pois de um corte para o outro há uma redução de aproximadamente 10% (SANTOS, BORÉM e CALDAS, 2010). Entretanto, essa redução pode ter sido acentuada pela estiagem no final do ciclo da cultura.

Tabela 5 – Médias de teor fibra em genótipos de cana-de-açúcar, avaliadas no primeiro e segundo corte nas regiões de Pompéu (Agropéu), Oratórios (CECA) e João Pinheiro (DWD).

Genótipo	FIBRA							
	Corte 1				Corte 2			
	Agropéu	CECA	Destilaria WD	Média	Agropéu	CECA	Destilaria WD	Média
RB925211	11,0	11,5	10,9	11,1 b	12,9	12,3	9,9	11,7b
RB987934	11,9	13,4	11,2	12,2 a ¹	13,4	12,0	10,9	12,1 a
RB835486	12,1	12,5	11,1	11,9 a	12,4	11,1	10,3	11,2b
RB987911	12,6	13,2	11,7	12,5 a	13,2	13,1	11,6	12,7 a
SP80-1842	11,7	12,9	11,8	12,2 a	12,9	12,7	13,2	12,9 a
RB008029	11,4	13,1	11,6	12,0 a	12,5	11,2	10,7	11,5b
RB855536	11,7	11,8	11,0	11,5b	12,1	12,1	9,9	11,4b
RB987917	11,2	10,9	10,2	10,7b	12,1	10,6	9,6	10,8b
SP83-2847	12,8	12,6	11,3	12,2 a	13,5	12,5	11,4	12,5 a
RB987931	11,4	12,0	10,7	11,4 b	12,2	10,5	9,4	10,7b
Média	11,7 A ²	12,4A	11,1 A		12,7 A	11,8A	10,7B	

1/ Médias da mesma coluna seguidas pela mesma letra minúscula, pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott e Knott à 5% de probabilidade

2/ Médias da mesma linha seguidas pela mesma letra maiúscula pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott e Knott à 5% de probabilidade.

Tabela 6 – Médias de produtividade (TCH) em genótipos de cana-de-açúcar, avaliadas no primeiro e segundo corte nas regiões de Pompéu (Agropéu), Oratórios (CECA) e João Pinheiro (DWD).

Genótipo	TCH							
	Corte 1				Corte 2			
	Agropéu	CECA	Destilaria WD	Média	Agropéu	CECA	Destilaria WD	Média
RB925211	127,3	122,1	102,6	117,4 b ¹	48,3	94,2	115,8	86,1 b
RB987934	151,0	155,8	116,4	141,1 a	77,7	110,6	137,7	108,7 a
RB835486	86,2	114,1	73,9	91,4b	44,8	86,4	80,5	70,6 b
RB987911	124,7	137,0	106,7	122,8b	62,6	92,7	99,9	85,0 b
SP80-1842	203,3	120,8	83,8	135,9 a	85,7	116,0	102,1	101,3 a
RB008029	160,0	114,6	98,2	124,2b	67,8	74,3	111,6	84,6 b
RB855536	149,6	146,4	105,7	133,9 a	74,9	116,7	130,0	107,2 a
RB987917	205,6	153,2	119,9	159,6 a	94,2	103,1	136,9	111,4 a
SP83-2847	86,4	154,5	96,6	112,5b	37,3	139,6	125,5	100,8 a
RB987931	143,4	148,8	119,9	137,4 a	83,8	102,3	137,9	108,0 a
Média	143,7A ²	136,7 ^a	102,7B		67,7B	103,6 ^a	117,8A	

1/ Médias da mesma coluna seguidas pela mesma letra minúscula, pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott e Knott à 5% de probabilidade

2/ Médias da mesma linha seguidas pela mesma letra maiúscula pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott e Knott à 5% de probabilidade.

Para o teor de fibra, as médias dos três locais avaliados no primeiro corte não diferiram entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott. Já no segundo corte houve a formação de dois grupos de locais, sendo que o grupo de locais Agropéu e CECA apresentou teores de fibra superiores ao grupo DWD.

Com as expansões das áreas de plantio em Minas Gerais, há uma necessidade de se aumentar também as áreas experimentais, aumentando os custos com ensaios dos experimentos.

Deste modo, para avaliação da produtividade nos três locais, obtiveram-se dois grupos A e B no primeiro e no segundo corte, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott. No primeiro corte o grupo A, formado pelos locais Agropéu e CECA, apresentou maior produtividade que o grupo B formado pelo local Destilaria WD. Entretanto, no segundo corte o grupo A formado pelos locais CECA e Destilaria WD, apresentaram produtividades maiores que o grupo B. Já para avaliação da produtividade e teor de fibra nos dois cortes, pelo teste de Scott e Knott, à 5% de probabilidade, também foram obtidos 2 grupos em cada corte (Tabela 7).

Os clones e variedades do Grupo 1 apresentaram maiores teores de fibra e de produtividade, tanto no primeiro como no segundo corte. Dentre estes, as variedades SP80-1842, SP83-2847 e os clones RB987934 e RB987911, destacaram-se pelos altos teores de fibra, no primeiro e no segundo corte. Já para a produtividade, destacaram-se nos dois cortes, os clones RB987917, RB987934, RB987931 e as variedades SP80-1842 e RB855536.

Assim, visando somente a eficiência no processo de produção do etanol celulósico destacam-se as variedades SP80-1842, SP83-2847 e os clones RB987934 e RB987911, pois estas apresentaram alto teor de fibra no segundo corte, sendo que este corte apresentou menores teores de lignina, principalmente nos locais da Agropéu e CECA.

Tabela 7 – Agrupamento dos genótipos de acordo com suas características

Fibra		TCH	
GRUPO 1		GRUPO 1	
Corte 1	Corte 2	Corte 1	Corte 2
RB987934	RB987934	RB987917	RB987934
RB835486	RB987911	RB987934	SP80-1842
RB987911	SP80-1842	RB987931	RB855536
SP80-1842	SP83-2847	SP80-1842	RB987917
RB008029		RB855536	SP83-2847
SP83-2847			RB987931
GRUPO 2		GRUPO 2	
Corte 1	Corte 2	Corte 1	Corte 2
RB925211	RB925211	RB925211	RB925211
RB855536	RB835486	RB987911	RB835486
RB987917	RB008029	RB008029	RB987911
RB987931	RB855536	RB835486	RB008029
	RB987917	SP83-2847	
	RB987931		

Os genótipos SP80-1842, SP83-2847, RB987934 e RB987911, tiveram melhor desempenho na produção de fibra no locais Agropéu e CECA, em relação à DWD, visto que estes locais apresentaram condições climáticas que permitiu o melhor desenvolvimento da cultura, refletidos em altas produtividades e altos teores de fibra. Estas características podem ser utilizadas para reduzir o tamanho da área experimental.

De acordo com Silva (2007), pode-se reduzir as áreas experimentais através da aplicação do teste de Scott e Knott para as características de produtividade (TCH), porcentagem de açúcar (POL) e porcentagem de fibra (FIB).

5 CONCLUSÃO

- 1) Não houve diferença significativa entre os clones e variedades estudados para o teor de lignina, bem como, os efeitos de locais, corte e suas interações, com exceção da interação corte x local.
- 2) Para a produtividade (TCH) e teor de fibras observou-se efeito significativo de genótipos para todos os cortes e locais, exceto no segundo corte do CECA (Oratórios), para teor de fibras.
- 3) A avaliação dos genótipos para os teores de lignina podem ser realizadas em somente um local num único corte.
- 4) As variedades SP80-1842, SP83-2847 e os clones RB987934 e RB987911 apresentaram alto teor de fibra em ambos os cortes.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2007: **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 2007.

Andrade, L. A. B., Andrade, P. P. Implantação e condução de canaviais. Informe agropecuário, v.28, n. 239, p.44-54. 2007.

Berlin A, Gilkes N, Kurabi A, Bura R, Tu M. B., Kilburn D, Saddler J. **Weak lignin-binding enzymes** - A novel approach to improve activity of cellulases for hydrolysis of lignocellulosics. Applied Biochemistry and Biotechnology 121:163-170. 2005.

BORÉM, A., MIRANDA, G. V.: **Melhoramento de plantas**. 4ª edição, Viçosa, UFV, 2005.

BRASIL, CENBIO: Centro Nacional de Referência em Biomassa. **Biomassa Moderna no Brasil**. Disponível em cenbio.iee.usp.br/saibamais/brasil.htm#etanol. Acessado em Março de 2010.

BRASIL, CONAB: ACOMPANHAMENTO DE SAFRA BRASILEIRA: **Cana-de-açúcar, terceiro levantamento, janeiro/2011** – Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília: Conab 2011, Disponível em www.conab.gov.br , acessado em 10 de Fevereiro de 2011.

BRASIL. MIC/STI: Ministério da Indústria e do Comércio e Secretaria de Tecnologia Industrial. **Tecnologia da produção do etanol a partir de materiais celulósicos**. Brasília, STI/MIC, 1981. vol. I

BRETT, C. T., WALDRON, K. W.; **Physiology and Biochemistry of Plant Cell Walls**; 2ª ed.; 1996.

- CELI HÉRAN, R. E. **Progresso e diversidade genética do arroz de sequeiro no período de 1950 a 2001**. Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- CRUZ, C.D., CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3ªed. Viçosa: UFV- 2004, Vol.1.
- CRUZ, C.D. e CARNEIRO, P. C., **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2ª edição – Viçosa, 2006.
- Cruz, C.D. **Programa Genes: Versão Windows, Aplicativo em Genética e Estatística**. Viçosa: Editora UFV. 2006, 382p.
- FERNANDES, A.C. **Cálculos na agroindústria de cana-de-açúcar**. 2ªed. Piracicaba, STAB – Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, 2003.
- FONSECA, B. G. **Destoxificação biológica de hidrolisado hemicelulósico de bagaço de cana-de-açúcar empregando as leveduras *Issatchenkia occidentalis* e *I. orientalis***. Dissertação (mestrado) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena – SP, 2009.
- GAZZONI, D. L., **Álcool – Etanol Brasileiro: Álcool combustível**, disponível em www.biodieselbr.com/energia/alcool/etanol.htm , acessado no dia 05/01/2011.
- GOMES, Fernando Pimentel, **Curso de estatística experimental**. 9ª edição, Piracicaba – São Paulo. 1981.
- JORGENSEN H, OLSSON L. **Production of cellulases by *Penicillium brasilianum* IBT 20888** - Effect of substrate on hydrolytic performance. *Enzyme and Microbial Technology* 38:381-390. 2006.

- LU, Y. P, YANG, B., GREGG, D., SADDLER, J. N, MANSFIELD, S. D.
Cellulase adsorption and an evaluation of enzyme recycle during hydrolysis of steam-exploded softwood residues. Applied Biochemistry and Biotechnology 98:641-654. 2002.
- MELO, L. J. O. T. et al. **Interação genótipo x ciclos de colheita de cana-de-açúcar da zona da Mata norte de Pernambuco.** Dissertação (mestrado), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bragança, Campina, V.65, nº2, 2006.
- MARGARIDO, F. B. e SANTOS, F. Planejamento agrícola :in SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. **Cana-de-açúcar: Bioenergia, açúcar e álcool – Tecnologia e perspectivas.**Viçosa, 2010. Cap. 1, p. 9-24.
- MONTEIRO, M. B. O.; PEREIRA, R. P. W. e ABREU, H. S. **Bioquímica da lignificação de células xilemáticas.** Departamento Produtos Florestais-Instituto de Florestas-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2004.
- MOURA, M. M. **Estimativas de parâmetros genéticos de caracteres industriais de híbridos de Cana-de-açúcar.** 1990. 136f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.).
Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999.
- SANTOS, Fernando; Borém, Aluizio; Caldas, Celso; **Cana-de-açúcar: Bioenergia, Açúcar e Álcool – tecnologia e perspectivas.** Viçosa, MG, 2010.

SANTOS, V. T. O. **Composição e digestibilidade enzimática do bagaço da cana-de-açúcar pré-tratado com ácido sulfúrico diluído em reator estático.** Dissertação (mestrado) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena – SP, 2010.

SILVA, C. M. R. **Uso do teste Scott-Knott e análise de agrupamentos, na obtenção de grupos de locais para experimentos com cana-de-açúcar.** Dissertação (mestrado), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.

ZHANG, Y.-H. P., HIMMEL, M. E. e MIELENZ, J. R. **Outlook for cellulase improvement: Screening and selection strategies.** Biotechnology Advances. 2006.