



Universidade Federal do Maranhão

Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E DIGESTIBILIDADE  
RUMINAL DE GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR  
CULTIVADOS EM REGIME DE SEQUEIRO**

MARCOS RENAN LIMA LEITE

Chapadinha

2018

MARCOS RENAN LIMA LEITE

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E DIGESTIBILIDADE  
RUMINAL DE GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR  
CULTIVADOS EM REGIME DE SEQUEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Zinaldo Firmino da Silva

Chapadinha

2018

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

LEITE, MARCOS RENAN LIMA.

DESEMPENHO AGRONÔMICO E DIGESTIBILIDADE RUMINAL DE  
GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR CULTIVADOS EM REGIME DE  
SEQUEIRO / MARCOS RENAN LIMA LEITE. - 2018.

59 f.

Orientador(a): ZINALDO FIRMINO DA SILVA.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em  
Ciência Animal (25.06)/CCAA, Universidade Federal do  
Maranhão, CHAPADINHA, 2018.

1. BRIX. 2. COLMO. 3. DEGRADABILIDADE. 4. FIBRA. 5.  
FORRAGEM. I. SILVA, ZINALDO FIRMINO DA. II. Título.

MARCOS RENAN LIMA LEITE

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E DIGESTIBILIDADE  
RUMINAL DE GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR  
CULTIVADOS EM REGIME DE SEQUEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Aprovada em: \_\_\_ / \_\_\_ / 2018

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dr. Zinaldo Firmino da Silva (Orientador)  
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Francirose Shigaki  
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

---

Prof. Dr. Edmilson Igor Bernardo Almeida  
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

“Bom mesmo é ir à luta com determinação, abraçar a vida com paixão, perder com classe e vencer com ousadia, por que o mundo pertence a quem se atreve. E a vida é muito bela para ser insignificante.”

Charles Chaplin

**DEDICO**

Aos meus pais José e Seli,  
base de todas as minhas aspirações.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por renovar minhas forças e me capacitar para os desafios constantemente impostos.

Aos meus pais, Seli e José, meus maiores exemplos e para quem atribuo e dedico todas as conquistas até aqui realizadas.

As minhas irmãs Andréia, Paula e Cléia pelo estímulo e apoio durante toda essa jornada.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão, que junto com um corpo docente altamente qualificado contribuiu para mais essa formação na minha carreira profissional científica.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro durante o curso e a Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) pelo financiamento do presente projeto.

Ao meu orientador, Professor Dr. Zinaldo Firmino da Silva, exemplo de ética e profissionalismo, com quem tive a grande honra de desenvolver esse trabalho.

A usina Itajubara, por nos ter concedido os genótipos de cana-de-açúcar utilizados nesse projeto.

Ao Grupo GADLEITE, do qual sem o suporte seria muito difícil o andamento desse projeto, e que foram essenciais em todas as etapas.

A amiga Paula Muniz por ter me acompanhado até a última etapa desse trabalho, e por sempre tê-lo tratado como seu.

Ao amigo Dr. Miguel Arcanjo pelo suporte e disponibilidade oferecidos, e pelo exemplo de grande profissional que é.

Aos amigos Samia e Romário que foram suportes muito importantes na etapa final das análises desse trabalho.

Aos amigos de mestrado, em especial aos amigos Lucas Fernandes, Fabiana, Ruan, Rafael e Nitalo pelo auxílio constante e fiel companheirismo.

Aos membros da banca avaliadora, Prof. Dr. Zinaldo Firmino da Silva, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Francirose Shigaki e Prof. Dr. Edmilson Igor Bernardo Almeida pela contribuição aplicada na melhoria desse trabalho.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a concretização de mais essa conquista.  
Meus sinceros agradecimentos.

## RESUMO

Objetivou-se avaliar as características agronômicas, químicas e de degradabilidade ruminal de 15 genótipos de cana-de-açúcar (CV-4, RB-002504, RB-002754, RB-041443, RB-855035, RB-863129, RB-867515, RB-92579, RB-931011, RB-951541, RB-962962, RB-992506, RB-99395, SP-813250 e VAT-90212) cultivados em regime de sequeiro, para uso na alimentação de bovinos leiteiros. O experimento foi delineado em blocos casualizados com 15 tratamentos e três repetições, totalizando 45 parcelas experimentais. As análises biométricas foram realizadas aos 240, 360 e 510 dias após o plantio (DAP), onde foram avaliados: comprimento da planta (CP) e do colmo (CC), diâmetro do colmo (DC), número de folhas verdes (NFV), e área foliar (AF). Na última coleta de dados (510 DAP), fez-se as avaliações de peso da planta (PP), peso do colmo (PC), número de entrenós (NE), toneladas de colmo por hectare (TCH), toneladas de matéria seca por hectare (TMSH) e Brix. Amostras de colmos de cada genótipo foram trituradas em máquina picadora de forragem e pré-secadas em estufa de ventilação forçada a 60°C, durante 72h, para determinação de sua composição bromatológica: matéria seca (MS), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (Cel), hemicelulose (Hem) e lignina (Lig). Para a avaliação da degradabilidade ruminal, *in situ*, de 24h da matéria seca e da fibra em detergente neutro, utilizaram-se três novilhas da raça Girolando, canuladas no rúmen, com peso médio de 390±10kg. Amostras contendo 5 g de matéria pré-seca dos colmos foram pesadas em saquinhos de tecido não tecido (TNT), gramatura 100 e incubadas no rúmen dos animais. A degradabilidade ruminal da MS foi calculada com o desaparecimento de MS em 24 horas de incubação, proporcionalmente à MS originalmente incubada, e calculado o resíduo de matéria seca após 72h de incubação (RES 72). A porcentagem de FDN foi determinada nos resíduos da incubação ruminal e a degradação da FDN foi calculada. Os dados foram submetidos as análises estatísticas. Os genótipos de cana RB-867515, CV-4, RB-951541, RB-92579 e RB-041443 são mais indicados para uso na dieta de bovinos leiteiros, devido à maiores produtividade de colmos, valores de brix e degradabilidade da MS e de FDN. Os genótipos de cana RB-99395, RB-992506, SP-813250, RB-002754 e RB-0025004 não são indicados para cultivo nas condições do presente estudo, em função da susceptibilidade ao déficit hídrico em suas fases iniciais de crescimento.

Palavras-chave: brix, colmo, degradabilidade, fibra, forragem

## ABSTRACT

The present study had as objective to evaluate the agronomic, chemical characteristics and ruminal degradability of 15 genotypes of sugarcane (CV-4, RB-002504, RB-002754, RB-041443, RB-855035, RB-863129, RB-867515, RB-92579, RB-931011, RB-951541, RB-962962, RB-992506, RB-99395, SP-813250 and VAT-90212) cultivated under rain fed conditions, for use in feeding dairy cattle. The experiment was designed in a randomized block design with three replicates, totaling 45 experimental plots. The biometric analyzes were performed at 240, 360 and 510 days after planting (DAP), where they were evaluated: plant length (PL), stalk length (SL), stalk diameter (SD), leaf area (LA) and number of green leaves (NGL). In the last data collection (510 DAP), the evaluations were made plant weight (PW), stalk weight (SW) number internodes (NI), tons of stalk per hectare (TSH), tons of matter dry per hectare (TDMH) and Brix. Stalk samples of each genotype were harvested in forage and pre-dried in a forced ventilation oven at 60°C for 72 hours for analysis of the chemical composition: dry matter (DM), mineral matter (MM), neutral detergent fiber (NDF) acid detergent fiber (ADF), cellulose (Cel), hemicellulose (Hem) and lignin (Lig). For analysis of the in situ ruminal degradability of 24 hours of dry matter and neutral detergent fiber, were used three Girolando cannulated heifers with a mean weight of 390±10kg. Samples containing 5 g of pre-dried matter from the stalks were weighed into 100-gram non-woven fabric (NWF) sachets and incubated in the animals' rumen. The ruminal DM degradability was calculated with the disappearance of DM in 24 hours of incubation, in proportion to the originally incubated MS, and the dry matter residue was calculated after 72 h of incubation (RES 72). The percentage of NDF was determined in the ruminal incubation residues and the degradation of NDF was calculated. The data were submitted to statistical analysis. The cane genotypes RB-867515, CV-4, RB-951541, RB-92579 and RB-041443 are best indicated for use in the dairy cattle diet, due to higher shoot productivity, brix values and degradability of DM and FDN. The cane genotypes RB-99395, RB-992506, SP-813250, RB-002754 and RB-0025004 are not indicated for cultivation under the conditions of the present study, as a function of the susceptibility to water deficit in its initial stages of growth.

Keywords: brix, degradability, fiber, forage, stalk.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Tores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (Cel), hemicelulose (Hem) e lignina (Lig) de 10 variedades de cana-de-açúcar.....24
- Tabela 2.** Principais técnicas descritas na literatura para determinar a digestibilidade dos alimentos fornecidos a ruminantes.....28
- Tabela 3.** Caracterização química do solo da área experimental de cultivo de cana-de-açúcar da UFMA/CCAA, Chapadinha-MA (2016).....31
- Tabela 4.** Genótipos de cana-de-açúcar cultivados em área experimental da UFMA/CCAA e seus ciclos de maturação.....32
- Tabela 5.** Toneladas de colmos (TCH) e de matéria seca de colmos (TMSH) por hectare de 15 genótipos de cana-de-açúcar cultivados em regime de sequeiro aos 510 DAP.....38
- Tabela 6.** Medidas biométricas de comprimento da planta (CP), comprimento do colmo (CC) e diâmetro do colmo (DC), de 15 genótipos de cana-de-açúcar cultivados em regime de sequeiro aos 240, 360 e 510 DAP.....40
- Tabela 7.** Medidas biométricas de área foliar (AF) e número de folhas verdes (NFV) de genótipos de cana-de-açúcar cultivados em regime de sequeiro aos 240, 360 e 510 DAP.....42
- Tabela 8.** Medidas aos 510 DAP de peso da planta (PP, kg), peso do colmo (PC, kg), número de entrenós (NE) e Brix de 15 genótipos de cana-de-açúcar cultivados em regime de sequeiro.....44
- Tabela 9.** Teor de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (Cel), hemicelulose (Hem), lignina (Lig), FDN/Brix (F/B) de colmos de 15 genótipos de cana-de-açúcar cultivados em regime de sequeiro.....46
- Tabela 10.** Degradabilidade da MS (DEG MS, % da MS) e da FDN (DEG FDN, % da FDN) em 24h de incubação ruminal e resíduo de MS após 72h de incubação (RES 72, % da MS) de colmos de 15 genótipos de cana-de-açúcar cultivados em regime de sequeiro.....48

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Evolução da área colhida de cana-de-açúcar por região do Brasil no período de 2007 a 2016.....17
- Figura 2.** Evolução da área cultivada de cana-de-açúcar no estado do Maranhão no período de 2007 a 2016.....18
- Figura 3.** Fases fenológicas da cana-de-açúcar.....20
- Figura 4.** Composição e digestibilidade da cana-de-açúcar segundo avanço de maturidade.....23
- Figura 5.** Precipitação pluviométrica e temperaturas máxima e mínima durante o período experimental.....37

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AF	Área Foliar
Cel	Celulose
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CF	Comprimento da folha
CP	Comprimento da planta
CC	Comprimento do colmo
DC	Diâmetro do colmo
DAP	Dias após plantio
FDN	Fibra em Detergente Ácido
FDA	Fibra em Detergente Neutro
Hem	Hemicelulose
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LF	Largura da folha
Lig	Lignina
MM	Matéria Mineral
MS	Matéria Seca
NFV	Número de folhas verdes
NE	Número de entrenós
PP	Peso da planta
PC	Peso do colmo
PB	Proteína Bruta
TCH	Toneladas de colmo/hectare
TMSH	Toneladas de matéria seca de colmo/hectare

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
<b>2.1 Importância econômica e produção de cana-de-açúcar no Brasil .....</b>	<b>17</b>
<b>2.2 Aspectos agronômicos da cana-de-açúcar .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.1 Estresse hídrico na cultura da cana-de-açúcar .....</b>	<b>21</b>
<b>2.3 Aspectos nutricionais da cana-de-açúcar .....</b>	<b>23</b>
<b>2.3.1 Composição bromatológica.....</b>	<b>24</b>
<b>2.3.2 Digestibilidade da fibra.....</b>	<b>27</b>
3. OBJETIVO GERAL.....	30
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	31
<b>4.1 Ensaio agronômico.....</b>	<b>31</b>
<b>4.2 Ensaio de digestibilidade ruminal.....</b>	<b>34</b>
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	37
6. CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS .....	51

## 1.INTRODUÇÃO

A busca por alimentos alternativos que substituam a pastagem na época seca do ano, ainda se mostra como um dos grandes desafios para o setor de produção animal. Isto, deve-se ao fato de que nesse período há uma drástica redução de oferta de forragem, culminando na deficiência de qualidade nutricional das dietas e comprometendo o sistema de produção animal.

Atualmente o uso da cana-de-açúcar como forragem na dieta de ruminantes vem sendo amplamente disseminado (VOLTOLINI et al., 2012), uma vez que esta apresenta atributos favoráveis, como elevado potencial de produção de matéria seca/ha, simplicidade de cultivo, além de seu período de colheita coincidir com a estação seca do ano, quando há escassez de forragem. Outro fator muito importante no uso da cana-de-açúcar se deve ao fato desta, diferente da maioria das gramíneas, aumentar seu valor nutritivo com o avanço da maturidade, devido ao maior acúmulo de sacore no colmo (TOPPA et al., 2010).

No entanto, principalmente em decorrência das mudanças climáticas, o cultivo da cana-de-açúcar enfrenta alguns obstáculos. A ocorrência de irregularidades pluviométricas, pode culminar no acontecimento de déficits hídricos, sendo este um dos principais fatores que geram impactos negativos sobre a produtividade de colmos de cana-de-açúcar (BATISTA, 2013).

Sob condições de irregularidade sazonal, tornam-se importantes estudos de previsão das respostas da cana-de-açúcar à estresses hídricos, no que diz respeito tanto a sua produtividade quanto a sua composição nutritiva. Estes estudos podem auxiliar na seleção de cultivares mais adaptadas a ambientes de produção específicos e que sejam eficientes no uso da água (OLIVEIRA et al., 2010; BATISTA et al., 2015; ROBERTO et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2016).

Outro parâmetro que pode auxiliar na escolha de genótipos de cana-de-açúcar destinados a alimentação animal é sua relação entre a fração fibrosa e o total de açúcares presentes, da

qual, quanto menor se apresentar, melhor será (GOODING, 1982), uma vez que, apesar de seu elevado teor de carboidratos solúveis rapidamente fermentados no rúmen a fibra da cana é de baixa digestibilidade e está diretamente relacionada com a redução de consumo do animal por ocasionar o efeito de enchimento no rúmen (TEIXEIRA et al., 2014).

Dessa maneira, tornam-se necessárias avaliações de genótipos de cana-de-açúcar em condições de estresse hídrico, sobre os aspectos de produção, bromatologia e digestibilidade da fibra.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Importância econômica e produção de cana-de-açúcar no Brasil

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e responsável por mais de 50% da produção total. Nos últimos anos sua área de cultivo tem crescido consideravelmente, tendo em vista que além de ser uma atividade de grande importância para o agronegócio brasileiro, o aumento da demanda mundial por etanol oriundo de fontes renováveis, aliado às grandes áreas cultiváveis e condições edafoclimáticas favoráveis à cultura, tornam o Brasil um país promissor para a exportação desse produto (CONAB, 2017).

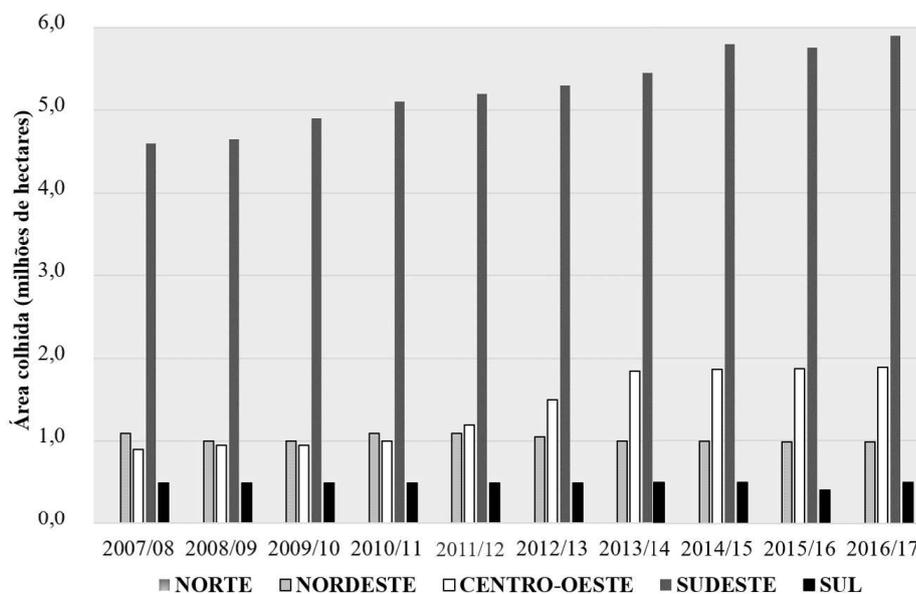


Figura 1. Evolução da área colhida de cana-de-açúcar por região do Brasil no período de 2007 a 2016 (Fonte: CONAB, 2017).

De acordo com o 4º levantamento da safra 2016/17 de cana-de-açúcar, a produção estimada é de 657,18 milhões de toneladas e a área a ser colhida estimada em 9,05 milhões de hectares, representando um aumento de 4,6%, se comparada com a safra 2015/16. A região Sudeste é responsável por mais de 65% da produção total de cana-de-açúcar no Brasil, sendo o estado de São Paulo o maior produtor, representando mais de 50% da produção nacional. No

Nordeste o estado de Alagoas é o maior produtor, responsável por cerca de 2,4% da produção no Brasil. Do total produzido de cana-de-açúcar, cerca de 89% destina-se à indústria sucroalcooleira e os 11% restantes, são voltados para a fabricação de cachaça, alimentação animal, sementes, fabricação de rapadura, açúcar mascavo e outros fins (CONAB, 2017).

No estado do Maranhão o cultivo de cana-de-açúcar representa uma das principais atividades agrícolas. A Figura 2 demonstra a evolução do cultivo da cana-de-açúcar nos últimos dez anos no estado do Maranhão.

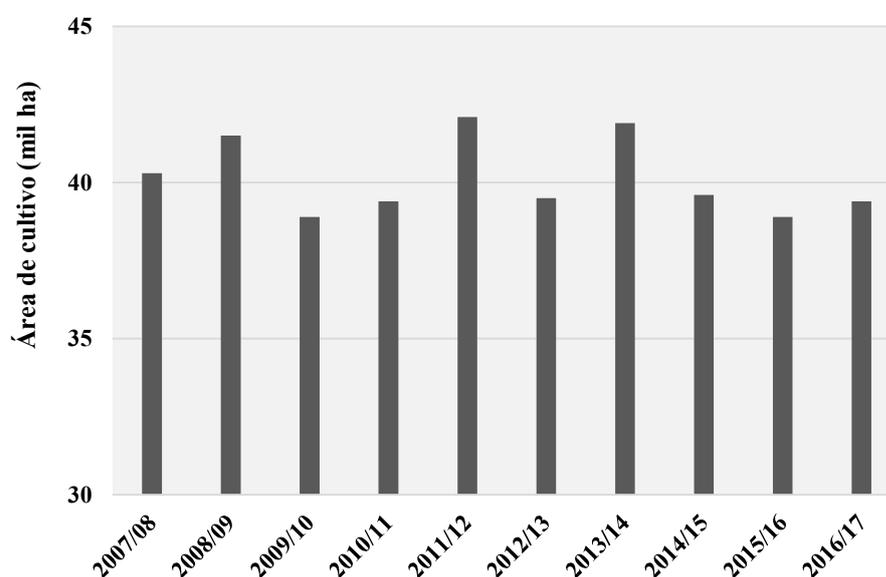


Figura 2. Evolução da área cultivada de cana-de-açúcar no estado do Maranhão no período de 2007 a 2016 (Fonte: CONAB, 2017).

A safra 2016/17, obteve rendimento médio de 46.723 kg/ha, 23,3% menor do que na safra 2015/16, decréscimo esse ocasionado por problemas climáticos, que provocou uma diminuição drástica nos índices pluviométricos, afetando de forma acentuada a produtividade de cana-de-açúcar nas áreas de cultivo. No entanto, para a safra seguinte espera-se o acréscimo de 2% na área de cultivo, demonstrando que o setor canavieiro continua se expandindo, e sua importância para a economia do estado (IBGE, 2017).

## 2.2 Aspectos agronômicos da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é uma planta semiperene, originária da Oceania - Ilha de Papua, na Nova Guiné Ocidental. Pertence à família das gramíneas do gênero *Saccharum L.* Existem pelo menos seis espécies do gênero, sendo o *Saccharum officinarum* o de maior importância econômica, por apresentar, alto teor de sacarose e baixa porcentagem de fibra (SALLA, 2008).

Classificada como uma planta de metabolismo C4, está entre as espécies de maior rendimento fotossintético da família Poaceae, com alta eficiência na transformação de energia luminosa em energia química, que resulta no aumento expressivo na produção e acúmulo de sacarose no colmo. Apresenta elevada eficiência no resgate e uso do gás carbônico atmosférico (CO<sub>2</sub>), associado a maior quantidade de cloroplastos dispostos em duas camadas de folhas (TEJERA et al., 2007). Tal característica, faz com que esta cultura eleve suas taxas de crescimento e eficiência na utilização de água de duas a três vezes superior em relação às espécies C3. No entanto, esta alta taxa fotossintética não se correlaciona diretamente com alta produtividade de biomassa (GONZAGA, 2012).

É uma planta de reprodução sexuada, porém multiplicada assexuadamente quando propósito é seu cultivo comercial, por meio da propagação vegetativa. Possui inflorescência do tipo panícula, com uma flor hermafrodita, apresentando caules em crescimento cilíndrico, compostos de nós e entrenós, folhas alternadas, opostas, presas aos nós dos colmos, com lâminas de sílica em suas bordas e bainha aberta (JADOSKI et al., 2010).

A cana-de-açúcar apresenta quatro fases ou estádios fenológicos: brotação, perfilhamento, crescimento e maturação (Figura 3).

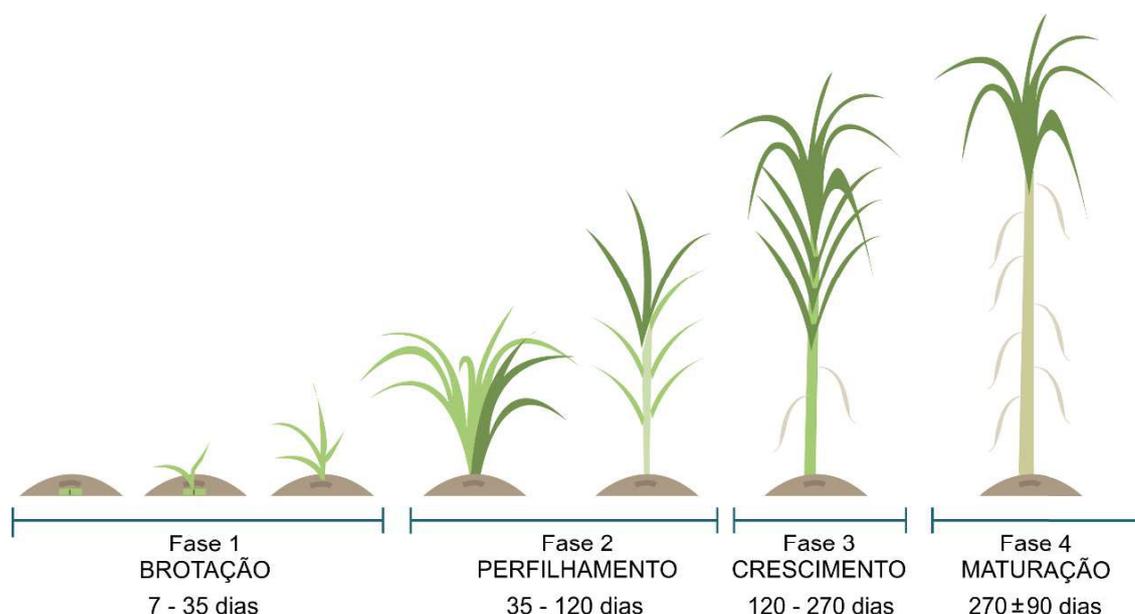


Figura 3. Fases fenológicas da cana-de-açúcar (Adaptado de GASCHO; SHIH, 1983).

A brotação (Fase I) se estende por em média 30 dias após o plantio, quando o broto (colmo primário), rompe as folhas da gema e se desenvolve em direção à superfície do solo, simultâneo com o surgimento das raízes dos toletes. Após a emergência do colmo primário ocorre a fase de perfilhamento (Fase II), um processo regulado por hormônios que consiste na emissão de colmos por uma mesma planta (perfilhos), durando em média 120 dias. Desse processo forma-se a touceira e posterior a esta fase, ocorre o crescimento dos colmos (Fase III), estimulado pela alta incidência de luz, umidade e elevada temperatura. Os colmos desenvolvem-se em altura iniciando o processo de acúmulo de açúcares em sua base. A fase de maturação (Fase IV) caracteriza-se como a última fase fenológica da cana-de-açúcar, onde irá ocorrer as perdas de folhas por senescência, e o processo de maturação dos colmos (GASCHO; SHIH, 1983). É a principal etapa de desenvolvimento da planta, devido a ocorrência do processo fisiológico que envolve a formação de açúcares nas folhas e seu deslocamento e armazenamento no colmo (WATT et al., 2014). O acúmulo de açúcares no colmo estará diretamente relacionado ao perfil de maturação de cada genótipo utilizado no plantio: precoce, médio-tardio e tardio.

O plantio da cana-de-açúcar no Brasil se dá comumente em três épocas distintas, resultando em canas conhecida como: cana-planta de ano (12 meses), cana-planta de ano e meio (18 meses), e a cana de inverno (quando há sistema de irrigação, pois o plantio é realizado na época seca do ano) (MIRANDA, 2008). O ciclo após o primeiro corte, é denominado de cana-soca (primeira-soca) ou de segunda folha; e, ressoca (segunda-soca) ou folha de enésima ordem, e assim por diante nos demais cortes até a última colheita (GASCHO; SHIH, 1983). Dependendo do manejo empregado, além de outros fatores como clima, solo e disponibilidade de água, normalmente, a lavoura de cana-de-açúcar permite de três a seis colheitas consecutivas, para que haja renovação do canavial (BOLONHEZI; PEREIRA, 1999).

### **2.2.1 Efeito do estresse hídrico na cultura da cana-de-açúcar**

O estresse hídrico pode ser definido segundo Taiz e Zeiger (2013), como todo o conteúdo de água presente em um tecido ou célula que esteja abaixo do conteúdo de água mais alto exigido no estado de maior hidratação.

No cultivo da cana-de-açúcar, o estresse hídrico se impõe como um dos grandes desafios da agricultura, uma vez, que é considerado um dos estresses que mais gera impactos negativos sobre a produtividade. O período de maior suscetibilidade ao déficit hídrico é o de perfilhamento e crescimento intenso do colmo, pois é nesse momento que apresentam grande área foliar e necessitam de maior quantidade de água para a realização das trocas gasosas com a atmosfera (PIRES et al., 2008; MACHADO et al., 2009).

A variação do consumo de água pela cultura da cana-de-açúcar está em função de diversos fatores, como: o ciclo da planta (cana-planta e cana-soca); o estágio de desenvolvimento (ciclo fenológico); disponibilidade de água no solo; condições climáticas (GONZAGA, 2012). No solo a disponibilidade hídrica é extremamente relevante, haja vista que sua restrição interfere

diretamente no desenvolvimento radicular da planta, havendo uma diminuição de seu crescimento nas camadas mais superficiais do solo, devido aumento da resistência mecânica. (VASCONCELOS, 2002; PRADO et al., 2008). Já no que se refere às condições climáticas, a cultura da cana-de-açúcar necessita de 1.500 mm a 2.500 mm de água para formar uma parte de matéria seca durante seu período de crescimento (GONZAGA, 2012).

No Brasil, devido oscilações de precipitações anuais em diversas regiões produtoras de cana-de-açúcar, há uma busca por genótipos que correlacionem alta produtividade associada ao baixo volume de água utilizada. Dessa forma, os programas de melhoramento genéticos de cana-de-açúcar buscam a identificação de genótipos com características agronômicas e fisiológicas de tolerância à restrição hídrica em regiões com altos níveis de déficits hídricos.

As avaliações biométricas, são parâmetros que podem ser utilizados na seleção de genótipos no melhoramento genético da cana-de-açúcar (LANDELL; BRESSIANI, 2008). Através desses parâmetros é possível observar ocasionais reduções do comportamento de crescimento vegetal da cana-de-açúcar sob restrição hídrica. A área foliar é reduzida, afetando a captação da luz solar, que reduz a demanda de água pela cultura. Há redução no número de folhas emergentes, e na abertura e crescimento das folhas afetadas pela baixa absorção de água, o que provoca acúmulo de folhas no cartucho, que só retomam crescimento normal quando o suprimento de água retorna ao adequado exigido pela planta (INMAN-BAMBER, 2004).

Afim de promover maior produtividade da cana-de-açúcar no Brasil, torna-se fundamental o uso de genótipos adaptados a restrição hídrica, solos, clima, pragas e sistemas de colheita, nas áreas de cultivo, uma vez que esses ganhos em produtividade estão, em parte, relacionados ao melhoramento genético das variedades geradas pelos programas de melhoramento genético de cana-de-açúcar existentes no Brasil (MARIN, 2012; VIOLANTE, 2012).

### 2.3 Aspectos nutricionais da cana-de-açúcar

De um modo geral, o valor nutritivo das gramíneas reduz com o avanço da maturidade da planta. Na cana-de-açúcar, esse comportamento fisiológico ocorre de maneira diferente, uma vez que sua digestibilidade total aumenta gradualmente com sua maturidade (Figura 4) (MENDES NETO et al.; 1998).

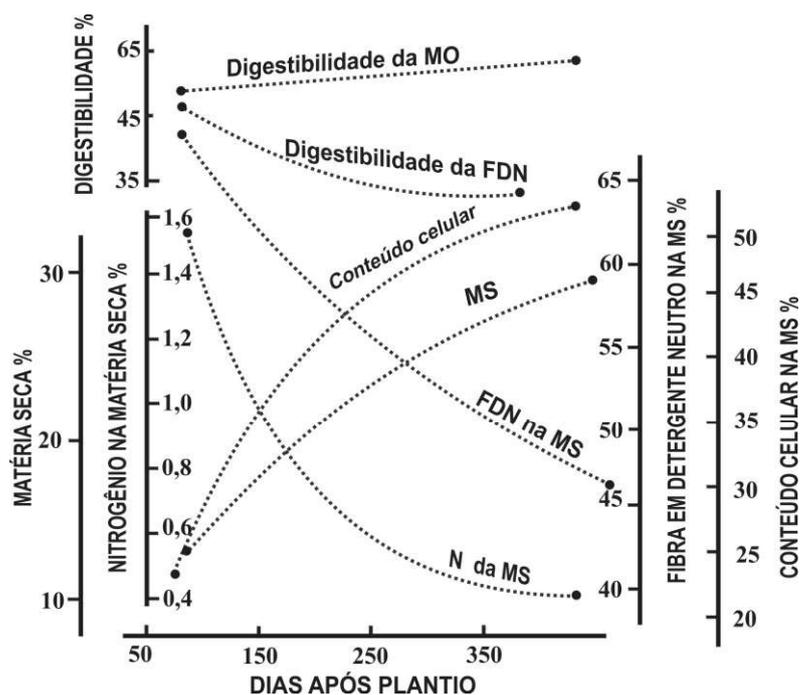


Figura 4. Composição e digestibilidade da cana-de-açúcar segundo avanço de maturidade. Fonte: Pate (1977).

De acordo com Muraro et al. (2009), com o avanço da maturidade a cana-de-açúcar apresenta aumento no seu conteúdo celular, na matéria seca e no teor de sacarose, o que proporciona efeito diluidor dos constituintes da parede celular e, conseqüentemente, maior digestibilidade da matéria orgânica. Além disso, por muitos autores a utilização da cana-de-açúcar como forrageira é considerada a de melhor desempenho bioeconômico para ser utilizada na dieta de bovinos de corte e leite (NUSSIO et al., 2003; SIQUEIRA et al., 2008). Corrêa et al. (2003), constataram em experimento com o uso de cana-de-açúcar como único volumoso na alimentação de vacas de leite a produção de 31,9kg de leite/dia. Nussio et al. (2002), afirmaram

ainda que em simulações de sistemas de produção animal, a cana surge como uma das alternativas mais viáveis para a redução dos custos de deitas para ruminantes e otimização da projeção da receita líquida da atividade. Dessa maneira, um ponto determinante no uso da cana como alimento animal é a escolha do cultivar, sendo que essa decisão frequentemente significa a diferença entre lucro e prejuízo (SALAZAR et al., 2010).

### 2.3.1 Composição bromatológica

A Tabela 1 apresenta a composição bromatológica de 10 variedades de cana-de-açúcar (BONOMO et al., 2009).

Tabela 1. Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (Cel), hemicelulose (Hem) e lignina (Lig) de 10 variedades de cana-de-açúcar.

Variedade	MS <sup>1</sup>	MM	EE	PB	FDN	FDA	Cel	Hem	Lig
% da MS									
RB72-454	24,1	2,2	1,1	3,3	42,6	27,1	17,9	15,5	3,6
RB78-5148	26,6	2,2	1,0	3,1	46,2	28,5	21,5	17,7	5,6
RB76-5418	25,3	2,4	0,9	2,2	43,6	28,7	19,4	14,8	4,8
RB73-9359	25,8	2,2	1,0	2,7	43,4	27,6	17,6	15,8	4,7
B62-163	24,8	2,4	0,7	3,6	41,2	26,5	15,2	14,6	6,0
BJ7504	24,5	3,1	1,1	3,8	43,8	24,5	16,7	19,3	6,1
BJRI	24,7	2,1	0,8	3,0	40,1	22,9	16,3	17,2	5,4
CB47-355	29,1	2,6	1,0	3,4	38,4	24,1	17,4	14,2	3,9
CB61-80	25,2	2,9	1,2	3,6	46,2	27,3	18,8	18,9	5,3
SP70-1143	29,5	2,4	0,7	2,5	45,3	29,5	19,1	15,8	3,7

<sup>1</sup> % da MN

Fonte: Bonomo et al. (2009).

O valor nutritivo da cana-de-açúcar está diretamente correlacionado ao alto teor de açúcar na matéria seca (CABRAL et al., 2015). Mesmo apresentando elevado teor de carboidratos solúveis (açúcares) rapidamente fermentados no rúmen, um aspecto negativo na cana-de-açúcar

é a sua baixa digestibilidade da fração fibrosa (FDN), que limita o consumo (Rodrigues et al., 2006).

Devido a peculiaridade de suas características químicas e físicas, a FDN corresponde a fração insolúvel do alimento em meio neutro lentamente degradável (quando comparado ao conteúdo celular) e/ou indegradável, as quais respondem pela porção que ocupa espaço no trato digestivo dos ruminantes (OLIVEIRA et al., 2011). Pereira et al. (2001), relataram que a limitação da ingestão de alimento deve-se em função da quantidade de lignina ligada aos demais componentes da parede celular da cana-de-açúcar. No entanto, diversos estudos (Allen, 1996; Vasquez & Smith, 2000; Krizsan & Randby, 2007), evidenciaram ser inadequado o uso da FDN como precursor único da baixa digestão, uma vez que existe alta heterogeneidade química e física entre suas fontes. Deve-se levar em consideração outros fatores como: composição química da FDN (conteúdo e tipo de lignina e sua interação físico-química com os demais componentes); tamanho de partículas; dimensão das frações potencialmente degradável (FDN<sub>pd</sub>) e indegradável (FDN<sub>i</sub>); atividade da microbiota ruminal, que modulam os efeitos da FDN sobre o consumo e digestão de nutrientes e afetam diretamente os parâmetros das dinâmicas de degradação e trânsito pelo trato digestório (Allen & Mertens, 1988; Allen, 1996; Lund et al., 2007). Dessa maneira, fontes que tenham o mesmo teor de FDN podem apresentar diferentes respostas e fontes com maior teor de FDN não implicam necessariamente em respostas mais negativas sobre o consumo e a digestão (OLIVEIRA et al., 2011).

Outro fator limitante da cana-de-açúcar são seus baixos teores de proteína bruta (PB) e minerais (principalmente o fósforo). Valores médios de PB também foram encontrados por Voltolini et al. (2012) e Teixeira et al. (2014), de 2,1 e 3,2% respectivamente. Mesmo sendo considerado um fator limitante, Fernandes et al. (2003), alegaram que a baixa concentração de PB, é compensada, pela sua alta capacidade de ser absorvida, indicada por meio das altas

proporções de proteína solúvel em detergente neutro que esta apresenta, com consequente redução da fração não disponível da PB para o animal.

Há ampla variação nos parâmetros que compõe o valor nutritivo entre genótipos de cana, com potencial efeito depressor de desempenho animal. Gooding (1982), já afirmava que um parâmetro de extrema relevância na escolha de variedades de cana-de-açúcar para alimentação animal é a relação entre a FDN e o total de carboidratos solúveis (Brix), que deve ser baixa (baixo teor de fibra e alto conteúdo de açúcar). Rodrigues et al. (2006) afirmaram que variedades com menor relação FDN/Brix devem ser selecionadas para alimentação de bovinos, evitando aqueles com elevado teor de FDN possam limitar o consumo pelo animal, comprometendo o consumo de energia digestível da cana.

Costa et al. (2003) e Rodrigues et al (2006) sustentaram a afirmação que as melhores variedades para dieta de bovinos são aquelas que apresentam baixos teores de FDN, e elevados valores de digestibilidade da MS, relações FDN/Pol (Pol - teor de sacarose) menores que 2,7 e baixos teores de lignina. Ainda ressaltaram que considerando o nível baixo de conteúdo nitrogenado como característica da espécie, o teor de PB não deve ser levado em consideração como fator para escolha de variedades.

Rodrigues et al. (2002), após avaliarem o valor nutritivo de variedades de cana-de-açúcar na dieta de novilhas, encontraram médias diárias de ganho de peso vivo entre 0,65 e 0,89 kg/animal, com conversão alimentar variando de 7,64 a 10,18 kg MS/kg de ganho. Verificaram ainda que as variedades que proporcionaram maior ganho de peso e melhor conversão alimentar foram aquelas que possuíam menor relação de valores FDN/Brix.

Costa et al. (2017), avaliando o valor nutritivo dos colmos de três genótipos de cana-de-açúcar RB-867515, RB-92579 e RB-863129, no primeiro ano de cultivo, não detectaram diferença significativa ( $P>0,05$ ) para a relação FDN/Brix, que apresentou média de 3,3. Os

genótipos apresentaram valores médios para FDN de 57,2%, FDA de 35,3% e MS, de 19,1.

Outro fator de grande relevância na composição da cana-de-açúcar é a época de colheita, determinada pela taxa de acúmulo de sacarose nos colmos. O teor de sacarose é maior durante a última fase do ciclo da cultura, quando os colmos têm taxa de crescimento reduzida (WATT et al., 2014). Ribeiro et al., (2001) afirmaram que o principal fator que influencia o valor nutritivo é o estágio de maturidade da planta forrageira.

Em ensaio experimental Muraro et al. (2009), constataram que o teor de MS da cana-de-açúcar foi influenciado pela idade de corte ( $P < 0,05$ ), uma vez, que a cana-de-açúcar com 420 dias apresentou, teores mais elevados de matéria seca (25,1% e 25,5%) em comparação às idades de 240 dias (21,3% e 21,9%) e 180 dias (16,0% e 16,6%). Outro estudo realizado por Freitas et al. (2006b) apontou teores MS de 26% para cana-de-açúcar colhida aos 330 dias e de 27,8% para canas colhidas aos 390 dias. O acréscimo do teor de MS se deve ao avanço no estágio vegetativo da cana-de-açúcar, proporcionando aumento no teor de carboidratos solúveis, em sua maior parte sacarose.

### **2.3.2 Digestibilidade da fibra**

Um fator determinante para a disponibilidade de nutrientes é a estimativa dos parâmetros de digestibilidade de um alimento, pois permite fazer o balanceamento mais adequado de dietas que supra as demandas de manutenção e produção dos animais (DETMANN et al., 2006). Digestibilidade, portanto, seria a proporção do alimento consumido que é digerido e metabolizado pelo animal (MOULD et al., 2005).

Nussio et al., (1998), relataram que a digestibilidade de forrageiras está relacionada com os seus teores FDN e FDA, onde o acréscimo do teor de fibra reduz os valores da digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca (DIVMS).

Berchielli et al. (2006) afirmaram que a digestibilidade verdadeira sempre será maior que a digestibilidade aparente, com exceção no caso da fração fibrosa do alimento, para a qual os valores de digestibilidade verdadeira e aparente são iguais, uma vez que não há produção endógena desse composto no organismo animal.

As principais técnicas descritas na literatura para determinar a digestibilidade dos alimentos fornecidos a ruminantes são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Principais técnicas descritas na literatura para determinar a digestibilidade dos alimentos fornecidos a ruminantes.

<b>Técnica</b>	<b>Método</b>	<b>Autor(es)</b>
<b>Líquido Ruminal</b>	Desaparecimento do substrato, incubação em líquido ruminal 24-48h.	BENTLEY et al. (1955); DEHORITY et al., (1957); JOHNSON et al., (1958);
	Método convencional 24h.	BAUMGARDT et al. (1962)
	Incubação em líquido ruminal 48h + incubação em HCl e pepsina 48h.	TILLEY & TERRY (1963);
	Incubação em líquido ruminal 48h + extração em detergente neutro.	GOERING & VAN SOEST (1970)
	Técnica <i>in vitro</i> filter bag.	HOLDEN (1999)
	Formação de produtos finais da fermentação; Produção de gás após 24h de incubação em líquido ruminal.	MENKE et al. (1979)

Adaptado de LÓPEZ (2005).

A digestibilidade da FDN da cana-de-açúcar é baixa (20 a 25%) e é cerca de 50% menor que a de outras gramíneas tropicais, a exemplo da planta de milho (CORRÊA et al, 2003).

Carvalho et al. (2010), avaliando o efeito da época de corte sobre a composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* de nove genótipos de cana-de-açúcar, encontraram valores médios de DIVMS para folha, colmo e planta inteira (PI) de 47,7%, 66,3% e 64,9%, respectivamente. Quanto ao teor de FDN os menores valores encontrados foram de 38,2% no

colmo, 68,7% nas folhas e 41,6% PI. O colmo ainda apresentou maior DIVMS de 66,3%, explicada pelo maior teor de açúcares solúveis dessa fração, que promove menor teor de fibra e maior digestibilidade. No entanto, o colmo apresentou menor digestibilidade da fibra (DIVFDN), fato que pode ser atribuído a maior lignificação dessa fração, evidenciado pelo maior teor de LDA-FDN (lignina em detergente ácido em %FDN). Esses resultados sugerem que a DIVFDN seria um fator mais limitante ao desempenho do ponto de vista da nutrição animal, do que a DIVMS.

Voltolini et al., (2012), avaliaram a digestibilidade *in vitro* de sete cultivares de cana-de-açúcar sob irrigação colhidas aos 12 meses após o plantio e encontraram valores médios variando entre 72,8% e 83,0% para a DIVMS. Estes valores apresentaram-se superiores quando comparados aos encontrados por Carvalho et al. (2010), de 45,4% e 68% da DIVMS. Esses valores mais elevados de DIVMS se deram em função da escolha das cultivares utilizadas pela indústria sucroalcooleira, por possuírem elevados teores de açúcar que favorecem a digestibilidade da cana.

Teixeira et al. (2014), em estudo que avaliou variáveis agrônomicas e degradabilidade ruminal de 20 cultivares de cana-de-açúcar inteira obtiveram valores médios de FDA de 49,2% (% da MS) e DEG MS 24h de 57,1 (% da MS) e DEG FDN 24h de 19,8 (% da FDN).

### **3. OBJETIVO**

Identificar dentre 15 genótipos de cana-de-açúcar de primeiro ciclo (cana-planta) cultivados em regime de sequeiro, aqueles com melhores desempenho agrônômico e valor nutritivo para uso na alimentação de bovinos leiteiros.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Ensaio agronômico

O ensaio foi conduzido em condições de campo, em área experimental da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) – CCAA), situada no município de Chapadinha (MA), sob as coordenadas de latitude 3°44'16'' Sul e longitude 43°20'48'' Oeste.

O clima predominante na região, segundo a classificação de Koppen é do tipo tropical quente e úmido (Aw), com precipitação pluvial média de 1670 mm e temperatura média anual de 26,9 °C. É caracterizado por duas estações bem definidas: chuvosa (janeiro a junho) e seca (julho a dezembro).

O solo da área caracteriza-se como um Latossolo Amarelo distrófico (Manual de Classificação de solos da Embrapa, 1997), cuja análise química está apresentada na Tabela 3.

Tabela 3. Caracterização química do solo da área experimental de cultivo de cana-de-açúcar da UFMA/CCAA, Chapadinha-MA (2016).

<b>Matéria Orgânica</b>	<b>pH</b>	<b>P</b> Fósforo	<b>K</b> Potássio	<b>Ca</b> Cálcio	<b>Mg</b> Magnésio	<b>S.B</b> Soma de Bases	<b>H+Al</b> Acidez Potencial	<b>CTC</b> Cap. Troca Cat.	<b>V</b> Sat. Bases	<b>K/CTC</b> K na CTC	<b>Mg/CTC</b> Mg na CTC
g/dm <sup>3</sup>		mmol/dm <sup>3</sup>								%	
<b>15</b>	<b>4,1</b>	<b>2</b>	<b>0,3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>5,3</b>	<b>51</b>	<b>56,3</b>	<b>9</b>	<b>0,5</b>	<b>7,1</b>

A análise de solo foi realizada no laboratório da Universidade Estadual do Maranhão em fevereiro de 2016, e seguiu-se as recomendações de adubação indicadas para o cultivo de cana-de-açúcar.

Na área foi realizada adubação corretiva, empregando 2000 Kg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico (PRNT: 90%). Os cálculos de adubação foram feitos com base numa produtividade estimada maior que 120 t ha<sup>-1</sup> de cana-de-açúcar. Na adubação de plantio, aplicou-se 150 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (375 kg ha<sup>-1</sup> de Superfosfato triplo) e 160 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (276 kg ha<sup>-1</sup> de Cloreto de

potássio). Aos 120 dias após plantio (DAP), fez-se adubação de cobertura empregando-se 30 kg ha<sup>-1</sup> de N (68 kg ha<sup>-1</sup> de uréia).

Os genótipos utilizados (Tabela 4) no experimento foram concedidos pela Usina Itajubara, situada município de Coelho Neto, no leste do Maranhão. O plantio foi realizado em 23 de março de 2016, de forma manual, utilizando-se aproximadamente 16 gemas/m linear.

Tabela 4. Genótipos de cana-de-açúcar cultivados em área experimental da UFMA/CCAA e seus ciclos de maturação.

	<b>Ciclo</b>		
	<b>Precoce</b>	<b>Médio</b>	<b>Tardio</b>
<b>Genótipos</b>	RB002504	RB041443	RB867515
	RB002754	RB863129	RB92579
	RB855035	RB962962	RB931011
	RB951541	VAT90212	
	RB992506		
	RB99395		
	CV4		
	SP813250		

As parcelas experimentais constituíram-se de 5 linhas de cana de 4 metros de comprimento, espaçadas de 1,20 m, totalizando área de 24 m<sup>2</sup>. As cultivares foram plantadas a 30 cm de profundidade, conforme o sorteio nas parcelas. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com 15 tratamentos (genótipos) e 3 repetições (blocos), totalizando 45 parcelas experimentais.

As análises biométricas foram realizadas aos 240, 360 e 510 dias após o plantio (DAP), onde foram avaliados: comprimento da planta (CP) e do colmo (CC), diâmetro do colmo (DC), número de folhas verdes (NFV), e área foliar (AF).

Foram utilizadas, como área útil, apenas as três linhas centrais, descartando-se um metro nas extremidades de cada linha, totalizando 7,2 m<sup>2</sup>. Dentro da área útil escolheram-se aleatoriamente três plantas para que fossem feitas as devidas mensurações. Para avaliação de

CP e CC utilizou-se uma trena graduada, sendo que para CP fez-se a medida da distância do solo até a lígula da primeira folha aberta. O diâmetro foi medido utilizando um paquímetro digital mensurado no entrenó central do colmo. A área foliar foi determinada através da contagem do número de folhas verdes totalmente expandidas e com o mínimo de 20% de área verde, contada a partir da folha +1 e pelas medições nas folhas +3 (folha diagnóstico), sendo obtidos o comprimento e a largura da folha na porção mediana, segundo metodologia descrita por Hermann & Câmara (1999), utilizando-se a seguinte expressão matemática:

$$AF = C \times L \times 0,75 \times (N + 2)$$

Onde:

C = comprimento da folha +3

L = largura da folha +3,

0,75 = fator de correção para área foliar da cultura

N = número de folhas abertas com pelo menos 20% de área verde.

No momento da colheita, as plantas da área útil foram cortadas e mensuradas quanto ao peso da planta inteira (PP), peso do colmo (PC), número de entrenós (NE) e °Brix. O PP e PC foram aferidos por balança portátil digital com capacidade de 50 quilos. Os números de entrenós foram contabilizados e obteve-se a média das três observações realizadas. O caldo da cana foi extraído do internódio central do colmo com o uso de um coletor de inox e o °Brix do caldo foi determinado por leitura em refratômetro tipo Zeiss.

A produtividade de cana-de-açúcar expressa em tonelada de colmos por hectare (TCH) foi obtida pela metodologia proposta por Martins e Landell (1995), utilizando-se a seguinte expressão matemática:

$$TCH = D^2 \times C \times H \times (0,007854/E)$$

Onde:

D = diâmetro do colmo (cm);

C = número de colmos por metro linear;

H = comprimento médio de colmos (cm);

E = Espaçamento entre sulcos (m);

Fator de Correção: 0,007854

Os dados foram, primeiramente, analisados quanto a Normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e a Aditividade graficamente. Atendidos estes pressupostos os dados referentes ao desempenho e biometria aos 510 dias, foram então submetidos à análise de variância pelo teste F. Os dados da biometria considerando os três tempos (240, 360 e 510 DAP) foram analisados em parcela subdivida, com os efeitos de genótipo, tempo e suas interações. As médias foram comparadas pelo teste SNK a 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico Infostat.

#### **4.2 Ensaio de digestibilidade ruminal**

A avaliação da composição química e o ensaio de degradabilidade *in situ* foram realizados no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, da Universidade Federal do Maranhão (CCAA/UFMA), localizado em Chapadinha, MA. Para determinação da composição bromatológica foram coletadas, na área útil de cada parcela, cinco sub amostras dos 15 genótipos de cana-de-açúcar, que foram conduzidas ao Laboratório de Nutrição de Gado de Leite da UFMA, e em seguida trituradas em picadora de forragem estacionária (Trapp modelo TRF 300F – Super). As sub amostras foram misturadas formando uma amostra composta e homogênea para cada genótipo.

Foi pré-secado aproximadamente um (1,0) kg de cada amostra em estufa de ventilação forçada a 60°C, por 72 horas (Detmann et al., 2012). Posteriormente, as amostras foram

divididas em duas partes e moídas em moinho tipo Willey, sendo uma parte em peneira de crivos de um (1,0) mm para avaliação da composição química e a outra em peneira de crivos de cinco (5,0) mm para o ensaio de degradabilidade *in situ* e foram, separadamente, acondicionadas em frascos de plásticos identificados.

Realizaram-se determinações de matéria seca (MS) e, em % da MS, a matéria mineral (MM), segundo metodologias descritas por Detmann et al. (2012); fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (Hem), celulose (Cel) e lignina (Lig), segundo o método de Van Soest et al. (1991), descrito e adaptado por Detmann et al. (2012).

Para avaliação da degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca (DEG MS) e da fibra em detergente neutro (DEG FDN) foram utilizadas três novilhas canuladas no rúmen, da raça Girolando e com peso vivo médio de  $390 \pm 10$  kg. Alimentadas duas vezes ao dia, as 7:00 e às 15:00 com cana-de-açúcar, milho grão moído, farelo de soja e mistura mineral.

Amostras de matéria pré-seca dos colmos de cana-de-açúcar, foram acondicionadas em sacos de tecido não tecido (TNT) de gramatura 100 ( $100 \text{ g/m}^2$ ), com dimensões de  $17 \times 9$  cm, na quantidade de aproximadamente 5,0 g/saco, a fim de manter relação próxima a 20mg de MS/cm<sup>2</sup> de área superficial do saco (NOCEK, 1988).

Adotaram-se os tempos de incubação 24 e 72 horas, com os sacos colocados em ordem inversa, em triplicata (três réplicas por amostra), visando retirá-los ao mesmo tempo. Após remoção do rúmen, os sacos foram colocados em água gelada durante 30 minutos para cessar o processo de fermentação, sendo, em seguida, lavados manualmente em água corrente até água ficar translúcida. Posteriormente foram submetidos à secagem em estufa com ventilação forçada, a 60°C por 72 horas e pesados. Após pré-secagem, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey, com peneira de um (1,0) mm para determinação da MS e FDN residual. A

DEG MS e DEG FDN foram calculadas a partir da diferença de peso antes e após incubações, estimando-se, assim, o desaparecimento destas frações em 24 e do resíduo da MS em 72 horas.

Para avaliação dos dados de degradabilidade ruminal em 24 horas, foram realizados os mesmos testes do ensaio agrônomico. Foram considerados no modelo os 15 genótipos de cana e as três novilhas como blocos. Os dados de DEG MS e FDN 24h e RES MS 72h foram então submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste SNK a 5% de probabilidade.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 5 apresenta os dados de precipitação pluviométrica e de temperaturas máxima e mínima durante o período experimental.

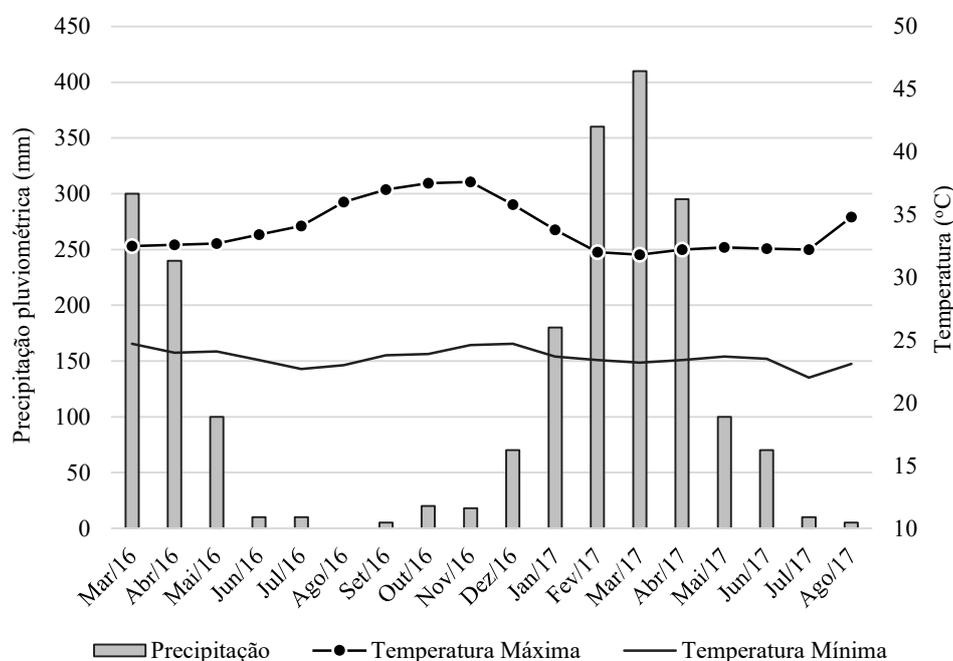


Figura 5. Precipitação pluviométrica e temperaturas máxima e mínima durante o período experimental. Fonte (INMET, 2017).

O volume total de precipitação durante o experimento foi de 1.957 mm com temperatura média de 27,4°C (INMET, 2017). As fases fenológicas de desenvolvimento da cana-de-açúcar receberam volumes de água (mm) distintos: Fase I (brotação) recebeu um total de 278,1 mm; enquanto a Fase II (perfilhamento) recebeu 117,9 mm e Fase III (crescimento do colmo) 109,4 mm; já a Fase IV (maturação) recebeu um total de 941,8 mm de água.

Considerando que a cultura da cana-de-açúcar necessita de 1.500 a 2.500 mm de água para um desenvolvimento adequado (GONZAGA, 2012), distribuídos de maneira uniforme nas suas quatro fases fenológicas (375 mm/fase, considerando o mínimo de 1.500 mm de água), as fases iniciais (I, II e III) foram afetadas pelo déficit de água nesse período. A fase I ficou em

déficit de 96,9 mm. Já as fases II e III que são consideradas o período mais crítico e de maior suscetibilidade ao déficit hídrico obtiveram juntas um déficit de 522,7 mm, ou seja, receberam apenas 35% do mínimo ideal de água (1500 mm), o que comprometeu o desenvolvimento e formação dos estandes de plantas nas parcelas experimentais, reduzindo consideravelmente sua produtividade (Tabela 5). A fase IV, no entanto, recebeu um volume excedente de 566,8 mm de água, que fez com que alguns genótipos pudessem permanecer e até mesmo se restabelecerem na área de cultivo.

Tabela 5. Toneladas de colmos (TCH) e de matéria seca de colmos (TMSH) por hectare de 15 genótipos de cana-de-açúcar cultivados em regime de sequeiro aos 510 DAP.

Genótipos	TCH	TMSH
	(t ha <sup>-1</sup> )	(t ha <sup>-1</sup> )
CV-4	50,2 <sup>ab</sup>	14,2 <sup>abc</sup>
RB-002504	33,3 <sup>bc</sup>	9,9 <sup>cd</sup>
RB-002754	30,6 <sup>bc</sup>	8,9 <sup>cd</sup>
RB-041443	68,6 <sup>a</sup>	19,9 <sup>a</sup>
RB-855035	39,8 <sup>bc</sup>	10,8 <sup>bcd</sup>
RB-863129	69,6 <sup>a</sup>	17,3 <sup>ab</sup>
RB-867515	57,2 <sup>ab</sup>	16,1 <sup>abc</sup>
RB-92579	67,7 <sup>a</sup>	18,7 <sup>a</sup>
RB-931011	56,2 <sup>ab</sup>	15,8 <sup>abc</sup>
RB-951541	70,5 <sup>a</sup>	19,4 <sup>a</sup>
RB-962962	71,4 <sup>a</sup>	18,8 <sup>a</sup>
RB-992506	15,4 <sup>c</sup>	4,6 <sup>d</sup>
RB-99395	13,4 <sup>c</sup>	3,9 <sup>d</sup>
SP-813250	18,1 <sup>c</sup>	4,9 <sup>d</sup>
VAT-90212	36,1 <sup>bc</sup>	9,3 <sup>cd</sup>
Media	46,5	12,8
EPM	3,5	0,9
<i>p</i> -valor	<0,0001	<0,0001

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ).

Para TCH a média obtida foi de 46,5 t ha<sup>-1</sup>. No entanto, vale ressaltar, que o grupo de maior produtividade, representado pelos genótipos RB-962962, RB-951541, RB-863129, RB-

041443, RB-92579, RB-867515, RB-931011 e CV-4, apresentou média de 63,9 t ha<sup>-1</sup> de colmos. Enquanto, que o grupo de menor produtividade constituído pelos genótipos RB-99395, RB-992506, SP-813250, RB002754, RB-002504, VAT-90212 e RB-855035 apresentou média de apenas 26,6 t ha<sup>-1</sup> de colmos, o que representa 58,4% a menos que o grupo de maior produtividade. A diferença do valor obtido pelo genótipo RB-962962 (71,4 t ha<sup>-1</sup>) para o RB-99395 (13,4 t ha<sup>-1</sup>) foi de 58,0 t ha<sup>-1</sup>, ou seja, cerca de 80% a mais em TCH. Os genótipos que apresentaram TCH acima de 65 t ha<sup>-1</sup> foram os RB-962962, RB-951541, RB-863129, RB-041443 e RB-92579, coincidindo com os de maior valor de TMSH. Os genótipos que apresentaram os menores valores de TCH, conseqüentemente foram também os que apresentaram os menores valores de TMSH. De acordo com Abreu et al. (2009) o acometimento de deficiência hídrica na fase inicial do desenvolvimento vegetativo da cana-de-açúcar, limita o crescimento, desenvolvimento e a produtividade da cultura. Oliveira et al., (2014) em condições hídricas controladas, encontraram valores de TCH para o genótipo RB-867515 de 95,6 t ha<sup>-1</sup>, cerca de 40% maior, quando comparado a produtividade do mesmo genótipo nesse estudo (57,2 t ha<sup>-1</sup>). Isso, sugere um possível comprometimento da produtividade em decorrência do estresse hídrico nas fases iniciais de crescimento da planta.

Em função do efeito negativo da deficiência hídrica a qual os genótipos de cana-de-açúcar foram submetidos nas primeiras três fases fenológicas, os cinco mais afetados foram os RB-99395, RB-992506, SP-813250, RB-002754, RB-0025004, sendo excluídos das avaliações biométricas nos três tempos de coleta (240, 360, 510 DAP), devido baixo número de plantas nas parcelas experimentais.

Para as variáveis biométricas avaliadas houve efeito de interação entre genótipos e tempo (240, 360 e 510 DAP) (Tabela 6 e 7).

Tabela 6. Medidas biométricas de comprimento da planta (CP), comprimento do colmo (CC) e diâmetro do colmo (DC), de 15 genótipos de cana-de-açúcar cultivados em regime de sequeiro aos 240, 360 e 510 DAP.

VARIÁVEL	GENÓTIPOS	TEMPO			MÉDIA	CV (%)	P>F		
		240	360	510			GEN	TEMPO	GxT
CP (m)	CV4	2,1 <sup>Abc</sup>	2,9 <sup>CDEb</sup>	4,5 <sup>Aa</sup>	3,2	8,4	<0,001	<0,001	<0,01
	RB - 041443	1,7 <sup>Cc</sup>	3,5 <sup>ABb</sup>	4,4 <sup>Aa</sup>	3,2				
	RB - 855035	2,0 <sup>Abc</sup>	3,4 <sup>ABb</sup>	4,4 <sup>Aa</sup>	3,3				
	RB - 863129	1,9 <sup>Bb</sup>	2,7 <sup>DEb</sup>	4,2 <sup>Aa</sup>	2,9				
	RB - 867515	2,1 <sup>ABc</sup>	3,1 <sup>BCDb</sup>	4,4 <sup>Aa</sup>	3,2				
	RB - 92579	2,0 <sup>ABc</sup>	3,1 <sup>BCDb</sup>	4,6 <sup>Aa</sup>	3,2				
	RB - 931011	2,2 <sup>Ab</sup>	3,3 <sup>BCa</sup>	3,8 <sup>Aa</sup>	3,1				
	RB - 951541	1,9 <sup>Bc</sup>	3,0 <sup>BCDEb</sup>	4,0 <sup>Aa</sup>	3,0				
	RB - 962962	2,1 <sup>ABb</sup>	3,8 <sup>Aa</sup>	4,3 <sup>Aa</sup>	3,4				
	VAT 90212	1,7 <sup>Cc</sup>	2,5 <sup>Eb</sup>	3,9 <sup>Aa</sup>	2,7				
	MÉDIA	1,9	3,1	4,3					
CC (m)	CV4	0,8 <sup>ABb</sup>	1,5 <sup>Cb</sup>	3,0 <sup>Aa</sup>	1,8	15,7	<0,001	<0,001	0,046
	RB - 041443	0,8 <sup>ABb</sup>	2,1 <sup>Aba</sup>	2,5 <sup>Aa</sup>	1,8				
	RB - 855035	0,8 <sup>Abc</sup>	1,9 <sup>BCb</sup>	2,4 <sup>Aa</sup>	1,7				
	RB - 863129	0,7 <sup>Abc</sup>	1,5 <sup>Cb</sup>	2,3 <sup>Aa</sup>	1,5				
	RB - 867515	0,6 <sup>Abc</sup>	1,7 <sup>BCb</sup>	2,4 <sup>Aa</sup>	1,6				
	RB - 92579	0,7 <sup>Abc</sup>	1,6 <sup>BCb</sup>	2,6 <sup>Aa</sup>	1,6				
	RB - 931011	0,8 <sup>Abc</sup>	1,8 <sup>BCb</sup>	2,3 <sup>Aa</sup>	1,6				
	RB - 951541	0,7 <sup>Abc</sup>	1,7 <sup>BCb</sup>	2,2 <sup>Aa</sup>	1,5				
	RB - 962962	0,8 <sup>Ab</sup>	2,3 <sup>Aa</sup>	2,5 <sup>Aa</sup>	1,9				
	VAT 90212	0,6 <sup>Bc</sup>	1,2 <sup>Db</sup>	2,1 <sup>Aa</sup>	1,3				
	MÉDIA	0,7	1,7	2,4					
DC (mm)	CV4	19,5 <sup>CDc</sup>	27,8 <sup>Ab</sup>	30,6 <sup>ABa</sup>	25,9	7,2	<0,001	<0,001	<0,001
	RB - 041443	24,4 <sup>ABb</sup>	25,8 <sup>Ab</sup>	34,6 <sup>Aa</sup>	28,2				
	RB - 855035	21,2 <sup>BCDc</sup>	26,2 <sup>Ab</sup>	34,3 <sup>Aa</sup>	27,2				
	RB - 863129	20,3 <sup>CDc</sup>	27,7 <sup>Ab</sup>	32,7 <sup>Aa</sup>	26,9				
	RB - 867515	19,8 <sup>CDb</sup>	26,4 <sup>Aa</sup>	32,0 <sup>Aa</sup>	26,1				
	RB - 92579	17,0 <sup>Db</sup>	27,9 <sup>Aa</sup>	29,9 <sup>ABa</sup>	24,9				
	RB - 931011	21,6 <sup>BCc</sup>	23,5 <sup>Ab</sup>	33,0 <sup>Aa</sup>	26,0				
	RB - 951541	26,9 <sup>Ab</sup>	23,9 <sup>Ab</sup>	32,8 <sup>Aa</sup>	27,9				
	RB - 962962	17,5 <sup>CDc</sup>	26,6 <sup>Ab</sup>	33,3 <sup>Aa</sup>	25,8				
	VAT 90212	19,1 <sup>CDb</sup>	25,3 <sup>Aa</sup>	26,6 <sup>Ba</sup>	23,7				
	MÉDIA	20,7	26,1	32,0					

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas (minúsculas) ou colunas (maiúsculas) diferem entre si pelo teste SNK (P<0,05).

O CP é uma variável com potencial para ser utilizada como critério de avaliação a suscetibilidade de cana-de-açúcar ao déficit hídrico (Silva et al., 2008). No tempo 240 DAP os genótipos RB-931011, CV-4, RB-867515, RB-962962, RB-855035 e RB-92579 obtiveram os maiores valores de CP, não diferindo entre si (P<0,001). Já os genótipos RB-044143 e VAT-

90212 apresentaram os menores valores de CP, de 1,7 m. Observou-se que, mesmo sob condições de deficiência hídrica houve aumento no CP com o passar do tempo (240, 360 e 510 DAP) para todos os genótipos. Apenas os genótipos RB-931011 e RB-962962 não apresentaram diferença estatística entre os tempos 360 e 510 para esta variável. Nota-se que aos 510 DAP os genótipos alcançaram CP iguais aos com média de 4,2 m.

Oliveira et al. (2016) avaliaram a biometria de sete cultivares de cana planta sob diferentes reposições hídricas e encontraram valores bem próximos aos deste trabalho para os genótipos VAT-90212 com 4,0 m e RB-92579 com 3,8 m. Simões et al. (2015) avaliaram cultivares de cana-de-açúcar submetidos a regimes de déficit hídrico e constataram que o estresse hídrico nas fases iniciais de desenvolvimento afetou diretamente no comprimento das plantas.

Para as variáveis CC e DC, os genótipos estudados tiveram comportamento similar ao de CP, com aumento progressivo destas em relação aos tempos, alcançando valores iguais aos 510 DAP. Os valores médios encontrados para CC e DC aos 510 DAP foram de 2,4 m e 32,0 mm. Segundo Banda et al. (1972) o colmo responde por cerca de 80% da matéria seca da cana-de-açúcar, sendo uma variável com forte influência na qualidade da planta inteira. O genótipo VAT-90212 apresentou o menor valor de CC no tempo 360 DAP (1,2 m), porém não diferiu dos demais genótipos para a variável DC no mesmo tempo de avaliação (360 DAP). Bezerra et al. (2017) estudaram as características biométricas e químicas de variedades de cana planta sob condições de limitação de água no semiárido e encontraram valores semelhantes de CC ao desse trabalho para as variedades RB-867515, RB-836129 e RB-92579 com valores respectivos de 1,7, 1,5, 1,4 m. Oliveira et al., (2014) avaliaram respostas de crescimento de cultivares de cana-de-açúcar e constataram que esta variável é a que possui menor variação já que depende de outros fatores como: densidade do plantio, número de perfilhos, espaçamento e área foliar.

Oliveira et al. (2016) obtiveram valores superiores para as variedades VAT-90212 e RB-92579 de 30,8 e 29,9 mm respectivamente.

Tabela 7. Medidas biométricas de área foliar (AF) e número de folhas verdes (NFV) de 15 genótipos de cana-de-açúcar cultivados em regime de sequeiro aos 240, 360 e 510 DAP.

VARIÁVEL	GENÓTIPOS	TEMPO			MÉDIA	CV (%)	P>F		
		240	360	510			GEN	TEMPO	GxT
AF (cm <sup>2</sup> )	CV4	4518,3 <sup>BCa</sup>	4096,6 <sup>BCa</sup>	3167,0 <sup>Aa</sup>	3927,3	19,9	<0,001	0,023	<0,001
	RB – 041443	3818,1 <sup>Cb</sup>	7268,2 <sup>Aa</sup>	2278,2 <sup>Ab</sup>	4454,8				
	RB - 855035	5122,2 <sup>ABCb</sup>	6298,0 <sup>ABa</sup>	2839,7 <sup>Ac</sup>	4753,3				
	RB – 863129	5847,9 <sup>ABa</sup>	5519,3 <sup>ABCa</sup>	3430,1 <sup>Aa</sup>	4932,4				
	RB – 867515	6226,0 <sup>ABa</sup>	5466,0 <sup>ABCa</sup>	3466,7 <sup>Aa</sup>	5052,9				
	RB – 92579	5169,6 <sup>ABCa</sup>	4390,4 <sup>BCab</sup>	2779,6 <sup>Ab</sup>	4113,2				
	RB – 931011	5428,9 <sup>ABCa</sup>	5461,1 <sup>ABCa</sup>	3127,6 <sup>Ab</sup>	4294,0				
	RB – 951541	5388,3 <sup>ABCa</sup>	6093,3 <sup>ABa</sup>	2651,6 <sup>Ab</sup>	4869,7				
	RB – 962962	6512,1 <sup>Aa</sup>	6881,9 <sup>Aa</sup>	2951,5 <sup>Ab</sup>	5348,6				
	VAT 90212	5985,3 <sup>ABa</sup>	3435,4 <sup>Cb</sup>	3167,0 <sup>Ab</sup>	4124,1				
	MÉDIA	5401,7	5491,0	2868,4					
NFV	CV4	14,7 <sup>Aba</sup>	9,0 <sup>CDEb</sup>	3,7 <sup>Ac</sup>	9,1	10,7	<0,001	<0,001	<0,01
	RB – 041443	15,7 <sup>Aba</sup>	13,3 <sup>Aa</sup>	4,0 <sup>Ab</sup>	11,0				
	RB - 855035	14,7 <sup>Aba</sup>	11,3 <sup>ABCb</sup>	6,7 <sup>ACa</sup>	10,9				
	RB – 863129	14,7 <sup>ABa</sup>	11,0 <sup>ABCDB</sup>	5,7 <sup>Ac</sup>	10,4				
	RB – 867515	15,3 <sup>ABa</sup>	9,0 <sup>CDEb</sup>	4,7 <sup>Ac</sup>	9,7				
	RB – 92579	13,3 <sup>Ba</sup>	8,7 <sup>DEb</sup>	3,7 <sup>Ac</sup>	8,6				
	RB – 931011	15,3 <sup>ABaa</sup>	10,7 <sup>BCDEb</sup>	3,3 <sup>Ac</sup>	9,8				
	RB – 951541	16,0 <sup>Aa</sup>	11,7 <sup>ABb</sup>	5,7 <sup>Ac</sup>	11,1				
	RB – 962962	15,3 <sup>Aba</sup>	12,3 <sup>ABb</sup>	6,0 <sup>Ac</sup>	11,2				
	VAT 90212	15,3 <sup>Aba</sup>	8,3 <sup>Eb</sup>	5,0 <sup>Ac</sup>	9,5				
	MÉDIA	15,0	10,5	4,8					

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas (minúsculas) ou colunas (maiúsculas) diferem entre si pelo teste SNK (P<0,05).

Conforme os resultados de AF, percebeu-se que todos os genótipos reduziram seus valores no tempo final de 510 DAP não sendo detectada diferenças entre si. A redução da AF é um comportamento esperado já que as folhas entram em senescência à medida que avançam os estádios de maturação da planta. O genótipo RB-041443 ficou entre os genótipos de menor AF no tempo 240 DAP, porém esse comportamento mudou no tempo 360 DAP, onde este enquadrado-se no grupo de genótipos com o maior valor, sendo esse um resultado que reflete diretamente em maior produtividade. Os genótipos CV-4 e VAT-90212, apresentaram os menores valores para essa variável no tempo 360 DAP (4096,6 e 3435,4 cm<sup>2</sup> respectivamente).

De acordo com Diola et al. (2010), ocorre aumento exponencial na AF da cana-de-açúcar no período de grande crescimento da cultura, sendo esta a fase com maior incremento na taxa de matéria seca, uma vez que as folhas vão sendo gradualmente sombreadas pelo próprio dossel vegetativo. Com o passar do tempo a AF decresce, ocorrendo redução na taxa de crescimento da planta e consequente aumento no teor de açúcares nos colmos (por volta de 270 a 360 dias), comportamento esse apresentado pelos genótipos do presente estudo.

Para a variável NFV os maiores valores encontrados foram no tempo 240 DAP para todos os genótipos, com exceção do RB-041443 que não apresentou diferença significativa entre os tempos 240 DAP e 360 DAP. Constatou-se comportamento fenológico esperado, uma vez que o NFV reduziu, com o passar dos tempos de DAP. Sobre isso, Ramesh (2000) relatou que, passada a fase de crescimento intenso do colmo, a cultura reduz seu o gasto de energia para produção de folhas verdes, dando início ao processo de maturação dos colmos.

Os resultados de PP, PC, NE e Brix são apresentados na Tabela 8. Para a variável PP não se observou diferença significativa entre os genótipos, cujo valor médio foi de 1,5 kg (Tabela 6). Entretanto, em relação PC, houve tendência estatística ( $P=0,058$ ), com valor médio de 1,24 kg. O genótipo CV-4 apresentou maior peso de colmo (1,7 kg) em relação aos genótipos RB-99395 e SP813250 (0,8 e 0,7 kg respectivos).

O número de entrenós (NE) é importante por permitir a identificação de genótipos que menos se adaptam ao ambiente de cultivo (BENETT et al., 2011). Para este parâmetro a média encontrada foi de 19,5. Os RB-041443, CV4 e RB-855035 e apresentaram valores para NE de 25, 24 e 23 respectivamente. O RB99395 apresentou o menor valor para NE de 14,0. Oliveira et al. (2016) encontraram valores de 27,3 e 26,1 para os genótipos VAT-90212 e RB-92759 respectivamente, em avaliação da biometria de cultivares de cana-de-açúcar sob diferentes reposições hídricas.

Tabela 8. Medidas aos 510 DAP de peso da planta (PP, kg), peso do colmo (PC, kg), número de entrenós (NE) e Brix de 15 genótipos de cana-de-açúcar cultivados em regime de sequeiro.

Genótipos	PP	PC	NE	BRIX
CV-4	2,0	1,7 <sup>a</sup>	24,0 <sup>a</sup>	19,0 <sup>ab</sup>
RB-002504	1,2	1,0 <sup>abc</sup>	20,0 <sup>ab</sup>	17,5 <sup>abc</sup>
RB-002754	1,9	1,7 <sup>ab</sup>	21,0 <sup>ab</sup>	16,6 <sup>bc</sup>
RB-041443	1,4	1,3 <sup>abc</sup>	25,0 <sup>a</sup>	17,3 <sup>abc</sup>
RB-855035	1,5	1,2 <sup>abc</sup>	23,0 <sup>a</sup>	15,2 <sup>c</sup>
RB-863129	1,6	1,5 <sup>abc</sup>	17,0 <sup>ab</sup>	16,6 <sup>bc</sup>
RB-867515	1,7	1,4 <sup>abc</sup>	17,0 <sup>ab</sup>	19,4 <sup>ab</sup>
RB-92579	1,7	1,4 <sup>abc</sup>	20,0 <sup>ab</sup>	16,4 <sup>bc</sup>
RB-931011	1,5	1,0 <sup>abc</sup>	20,0 <sup>ab</sup>	17,8 <sup>abc</sup>
RB-951541	1,3	1,1 <sup>abc</sup>	18,0 <sup>ab</sup>	18,1 <sup>abc</sup>
RB-962962	1,8	1,6 <sup>abc</sup>	21,0 <sup>ab</sup>	16,3 <sup>bc</sup>
RB-992506	1,4	1,2 <sup>abc</sup>	18,0 <sup>ab</sup>	18,6 <sup>abc</sup>
RB-99395	0,9	0,8 <sup>bc</sup>	14,0 <sup>b</sup>	20,8 <sup>a</sup>
SP-813250	0,9	0,7 <sup>c</sup>	19,0 <sup>ab</sup>	18,2 <sup>abc</sup>
VAT-90212	1,2	1,1 <sup>abc</sup>	17,0 <sup>ab</sup>	14,9 <sup>c</sup>
Media	1,5	1,2	19,5	17,5
EPM	0,24	0,18	1,75	0,75
<i>p</i> -valor	0,087	0,0058	0,0065	0,0004

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste SNK, ( $P < 0,05$ ).

Como elucidado anteriormente, devido os genótipos RB-99395, RB-992506, SP-813250, RB-002754, RB-0025004 terem sido bastante afetados pelo déficit hídrico nas fases iniciais de desenvolvimento, apresentando crescimento diferenciado dos demais, o que conseqüentemente alterou seus componentes, estes não serão discutidos.

Em relação ao valor de Brix, Bezerra et al. (2017) sugeriram que ainda que o genótipo apresente alto teor dessa fração, seu uso não torna-se indicado para fins forrageiros se tal característica não estiver atrelada a uma boa produtividade. Os genótipos RB-867515, CV-4, RB-951541, RB-931011 e 041443 foram os que apresentaram os maiores valores para essa variável de 19,4, 19,0, 18,1, 17,8 e 17,3 °Brix respectivamente, estando também inclusos no grupo de maior produtividade encontrada nesse trabalho. Em avaliação de cana-planta sob

estresse hídrico, Bezerra et al. (2017) encontraram valores de Brix inferiores aos desse estudo para os genótipos RB-867515, RB-836129 e RB-92579 (16,9, 16,6 e 13,8 °Brix respectivamente).

Os dados da composição bromatológica dos colmos das canas são descritos na Tabela 9. Os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e a fibra em detergente ácido (FDA) não diferiram entre os genótipos analisados, com valores médios de 27,9, 1,5 e 26,0 respectivamente.

Em relação a FDN, o valor médio encontrado nesse trabalho foi de 41,6%. Valores semelhantes são apontados na literatura: Bonomo et al. (2009) encontraram valor médio de 43,7% para FDN de 23 variedades de cana-de-açúcar. Voltolini et al. (2012) encontraram valor médio de FDN em 7 variedades de 38,0%. Nesse trabalho, os genótipos CV-4, RB-041443, RB-855035, RB-863129, RB-867515, RB-92579, RB-931011, RB-951541, RB-962962 e VAT-90212 não diferiram entre si. Vale ressaltar, que quanto menor for o teor de fibra no colmo, maiores serão os teores de açúcares presentes nessa fração, que além de melhorar a digestibilidade, proporciona maior conteúdo energético a dieta dos animais.

No que se refere ao teores de celulose e hemicelulose, não foram detectadas diferenças significativas entre os genótipos CV-4, RB-041443, RB-855035, RB-863129, RB-867515, RB-92579, RB-931011, RB-951541, RB-962962 e VAT-90212. O valores médios para esses componentes foram de 22,8% e 15,5% respectivamente, semelhante a valores encontrados na literatura (BONOMO et al., 2009; VOLTOLINI et al., 2012).

Tabela 9. Teor de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (Cel), hemicelulose (Hem), lignina (Lig) e relação FDN/Brix (F/B) de colmos de 15 genótipos de cana-de-açúcar cultivados em regime de sequeiro.

Genótipos	MS	MM	%FDN	%FDA	%CEL	%HEM	%LIG	F/B
CV-4	28,3	1,4	43,4 <sup>a</sup>	24,8	21,3 <sup>ab</sup>	18,6 <sup>a</sup>	3,5 <sup>ab</sup>	2,3 <sup>abc</sup>
RB-002504	29,5	1,2	38,6 <sup>ab</sup>	22,1	19,4 <sup>ab</sup>	16,5 <sup>a</sup>	2,8 <sup>abc</sup>	2,2 <sup>abc</sup>
RB-002754	29,0	1,3	41,8 <sup>ab</sup>	25,1	21,2 <sup>ab</sup>	16,7 <sup>a</sup>	3,9 <sup>ab</sup>	2,6 <sup>ab</sup>
RB-041443	28,9	1,5	40,5 <sup>ab</sup>	25,0	22,4 <sup>ab</sup>	15,6 <sup>a</sup>	2,5 <sup>bc</sup>	2,3 <sup>abc</sup>
RB-855035	27,2	1,3	42,6 <sup>a</sup>	26,0	22,7 <sup>ab</sup>	16,6 <sup>a</sup>	3,2 <sup>abc</sup>	2,8 <sup>ab</sup>
RB-863129	24,9	1,9	37,2 <sup>ab</sup>	27,3	24,3 <sup>ab</sup>	9,9 <sup>ab</sup>	3,0 <sup>abc</sup>	2,2 <sup>abc</sup>
RB-867515	28,2	1,2	43,6 <sup>a</sup>	27,6	23,8 <sup>ab</sup>	16,0 <sup>a</sup>	3,8 <sup>ab</sup>	2,2 <sup>abc</sup>
RB-92579	27,6	1,2	40,8 <sup>ab</sup>	21,3	18,8 <sup>b</sup>	19,5 <sup>a</sup>	2,5 <sup>bc</sup>	2,5 <sup>ab</sup>
RB-931011	28,1	1,2	43,7 <sup>a</sup>	27,9	24,3 <sup>ab</sup>	15,7 <sup>a</sup>	3,7 <sup>ab</sup>	2,6 <sup>ab</sup>
RB-951541	27,5	1,7	43,4 <sup>a</sup>	25,0	22,2 <sup>ab</sup>	18,4 <sup>a</sup>	2,7 <sup>abc</sup>	2,4 <sup>abc</sup>
RB-962962	26,4	1,9	47,4 <sup>a</sup>	27,8	24,8 <sup>ab</sup>	19,6 <sup>a</sup>	3,0 <sup>abc</sup>	2,9 <sup>ab</sup>
RB-992506	30,0	1,3	43,8 <sup>a</sup>	24,8	20,9 <sup>ab</sup>	19,0 <sup>a</sup>	3,9 <sup>ab</sup>	2,4 <sup>abc</sup>
RB-99395	29,0	1,5	30,3 <sup>b</sup>	25,7	23,2 <sup>ab</sup>	4,6 <sup>b</sup>	2,5 <sup>bc</sup>	1,5 <sup>c</sup>
SP-813250	27,3	1,3	38,6 <sup>ab</sup>	30,0	27,9 <sup>a</sup>	8,5 <sup>ab</sup>	2,2 <sup>c</sup>	2,1 <sup>bc</sup>
VAT-90212	25,9	2,0	47,9 <sup>a</sup>	29,5	25,4 <sup>ab</sup>	18,4 <sup>a</sup>	4,1 <sup>a</sup>	3,2 <sup>a</sup>
Média	27,9	1,5	41,6	26,0	22,8	15,6	3,2	2,4
EPM	0,09	0,11	0,72	0,04	0,18	0,41	0,79	0,11
<i>p</i> -valor	0,0997	0,7401	0,0195	0,555	0,0067	0,0026	0,0004	0,0033

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste SNK,  $P < 0,05$ .

O componente lignina apresentou teor médio de 3,2%, semelhante aos teores encontrados nos trabalhos citados acima (3 a 5%). Nesse trabalho o genótipo VAT-90212 foi o que apresentou o maior percentual de lignina, sendo detectado diferença significativa quando comparado aos genótipos RB-041443 e RB-92579. Segundo Van Soest (1994), o teor de lignina pode ser fator determinante na limitação do potencial de digestão dos carboidratos fibrosos, aos quais está quimicamente ligado por ser de nula digestão. Contudo, Teixeira et al., (2014) ao

avaliarem a degradabilidade ruminal de 20 cultivares de cana-de-açúcar, não encontraram associação entre o teor de lignina e as estimativas de degradabilidade ruminal. Estes mesmos autores, ressaltaram que o teor de lignina na planta é um preditor imperfeito da digestibilidade de espécies forrageiras, sendo mais determinante neste parâmetro a localização dos tecidos lignificados do que o seu teor na planta.

Para a relação FDN/Brix não houve diferença significativa entre os genótipos CV-4, RB-041443, RB-855035, RB-863129, RB-867515, RB-92579, RB-931011, RB-951541, RB-962962 e VAT-90212, cujo valor médio encontrado foi de 2,4. Como dito anteriormente, quanto menor essa relação apresentar-se mais adequado torna-se o genótipo para nutrição animal, uma vez, que apresenta maior proporção de açúcares em relação a fibra.

No que se refere a degradabilidade da MS e da FDN dos colmos de cana-de-açúcar em 24 horas de incubação, e o resíduo após 72 horas de incubação, os valores são apresentados na Tabela 10.

Os maiores valores de DEG MS após 24 horas de incubação foram dos genótipos CV-4, RB-041443, RB-855035, RB-863129, RB-867515, RB-92579 e RB-951541, não sendo detectada diferença entre os mesmos e cuja média foi de 62,1%. Já, os RB-962962 e VAT-90212 foram os que apresentaram a menor DEG MS (54,1 e 55,3%) dentre os genótipos avaliados. Notou-se que, uma vez que a fibra da cana é comumente de baixa digestibilidade, os valores de degradabilidade desse trabalho foram mais altos para os genótipos que apresentaram menores teores dos componentes da parede celular (FDN) e maiores teores de carboidratos não fibrosos (Brix). Teixeira et al. (2014) reportaram que o teor de fibra é o maior determinante na degradabilidade da cana no rúmen e quanto maior a porcentagem da FDN menor a degradabilidade da forragem. E além disso, elucidaram que canas de colmos mais curtos

apresentam maiores digestibilidade, como efeito da menor diluição do conteúdo celular nesta fração da planta.

Os valores de degradabilidade da fibra em detergente neutro (DEG FDN) variaram de 27,9 a 19,9 % com valor médio de 22,6%. Para esta variável, não houve diferença estatística entre os genótipos CV-4, RB-041443, RB-855035, RB-863129, RB-867515, RB-92579, RB-931011, RB-951541, RB-962962 e VAT-90212. Segundo Pereira et al. (2015), a seleção de genótipos que conciliem baixo conteúdo de FDN à alta digestibilidade deste nutriente, pode resultar em ganho no desempenho animal.

Tabela 10. Degradabilidade da MS (DEG MS, % da MS) e da FDN (DEG FDN, % da FDN) em 24h de incubação ruminal e resíduo da MS após 72h de incubação (RES 72, % da MS) de colmos de 15 genótipos de cana-de-açúcar cultivados em regime de sequeiro.

Genótipos	DEG MS	DEG FDN	RES MS 72h
	(%) MS	(%) FDN	(%) MS
CV-4	59,7 <sup>bc</sup>	23,1 <sup>ab</sup>	39,9 <sup>ab</sup>
RB-002504	63,7 <sup>b</sup>	20,3 <sup>ab</sup>	35,0 <sup>ab</sup>
RB-002754	62,7 <sup>bc</sup>	25,8 <sup>ab</sup>	38,6 <sup>ab</sup>
RB-041443	61,4 <sup>bc</sup>	20,3 <sup>ab</sup>	37,2 <sup>ab</sup>
RB-855035	60,4 <sup>bc</sup>	22,7 <sup>ab</sup>	35,1 <sup>ab</sup>
RB-863129	63,7 <sup>b</sup>	21,2 <sup>ab</sup>	38,1 <sup>ab</sup>
RB-867515	61,5 <sup>bc</sup>	27,7 <sup>a</sup>	36,7 <sup>ab</sup>
RB-92579	64,6 <sup>bc</sup>	24,1 <sup>ab</sup>	33,8 <sup>ab</sup>
RB-931011	58,7 <sup>c</sup>	20,4 <sup>ab</sup>	37,6 <sup>ab</sup>
RB-951541	63,9 <sup>b</sup>	27,9 <sup>a</sup>	36,6 <sup>ab</sup>
RB-962962	54,1 <sup>d</sup>	19,9 <sup>ab</sup>	42,2 <sup>a</sup>
RB-992506	59,6 <sup>bc</sup>	23,9 <sup>ab</sup>	30,8 <sup>b</sup>
RB-99395	70,4 <sup>a</sup>	17,5 <sup>b</sup>	28,5 <sup>b</sup>
SP-813250	63,7 <sup>b</sup>	21,9 <sup>ab</sup>	37,1 <sup>ab</sup>
VAT-90212	55,4 <sup>d</sup>	22,6 <sup>ab</sup>	36,8 <sup>ab</sup>
Media	61,6	22,6	36,3
EPM	0,42	0,65	1,23
<i>p</i> -valor	<.0001	0.0009	0,0323

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste SNK, P<0,05.

Carvalho et al. (2010) sugeriram que para nutrição de ruminantes a digestibilidade da fibra da cana-de-açúcar seria um fator mais limitante ao desempenho animal do que necessariamente a digestibilidade da matéria seca, haja visto que o colmo apresenta valor elevado de DEG MS e baixo valor de DEG FDN, comportamento esse notado no presente trabalho.

O RES MS 72h de incubação, apresentou média de 36,3%, com valores entre 42,2 (RB-962962) e 33,8% (RB-92579) não havendo diferença significativa entre os genótipos. Pereira et al. (2015), avaliando o efeito do ambiente ruminal sobre a degradabilidade de colmos de 12 variedades de cana-de-açúcar encontrou valores médios de 63,94% para DEG MS, 22,1% para DEG FDN e 31,0% para RES MS 72h, valores esses bem próximos aos encontrados nesse trabalho.

## **6. CONCLUSÃO**

1 – Os genótipos de cana RB-867515, CV-4, RB-951541, RB-92579 e RB-041443 são mais indicados para uso na dieta de bovinos leiteiros, devido à maiores produtividade de colmos, valores de brix e degradabilidade da MS e de FDN.

2 – Os genótipos de cana RB-99395, RB-992506, SP-813250, RB-002754 e RB-0025004 não são indicados para cultivo nas condições do presente estudo, em função da susceptibilidade ao déficit hídrico em suas fases iniciais de crescimento.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, M. L. TEODORO, I.; LYRA, G. B.; FERREIRA JUNIOR, R. A.; RAMOS, R. P.; DANTAS NETO, G.; HOLANDA, L. A.; SILVA, M. A. **Balanço hídrico, crescimento e produtividade de cana-de-açúcar em Alagoas**. p.03, 2009.
- ALLEN, M. S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.74, n.10, p.3063-3075, 1996.
- ALLEN, M. S.; MERTENS, D.R. Evaluating constraints on fiber digestion by rumen microbes. **Journal of Nutrition**, v.118, n.2, p.261-270, 1988.
- ANDRADE, J. B.; FERRARI JUNIOR, E.; POSSENTI, R. A.; OTSUK, I. P.; ZIMBACK, L.; LANDELL, M. G. A. Composição química de genótipos de cana-de-açúcar em duas idades, para fins de nutrição animal. **Bragantia**, v.63, n.3, p.341-349, 2004.
- BANDA, M.; VALDEZ, R.E. Effect of stage of maturity on nutritive value of sugar cane. **Tropical Annual Production**, v.1, p.94-97, 1976.
- BATISTA, E.L.S.; ZOLNIER, S.; RIBEIRO, A.; LYRA, G.; SILVA, T.G.F.; BOEHRINGER, D. Avaliação do efeito do estresse hídrico no crescimento de cultivares de cana-de-açúcar usando um sistema automático de fertirrigação. **Engenharia Agrícola**, v.35, n.2, p.215-229, 2015.
- BATISTA, L. M. T. B. Avaliação morfofisiológica da cana-de-açúcar sob diferentes regimes hídricos. 2013. 125 f. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Brasília – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2013. Disponível em: <file:///C:/Users/marco/Desktop/Dissertação%202015%20rb.pdf>. Acesso: 18 de out. 2017.
- BAUMGARDT, B. R.; TAYLOR, M. W.; CASON, J. L. Evaluation of forages in the laboratory. Ii. Simplified artificial rumen procedure for obtaining repeatable estimates of forage nutritive value. **Journal of Dairy Science**, v. 45, n. 1, p. 62-68, 1962.
- BENNETT, C. G. S.; BUZETTI, S.; SILVA, K. S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; GARCIA, C. M. DE P.; MAESTRELO, P. R. Produtividade e desenvolvimento da cana-planta e soca em função de doses e fontes de manganês. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n.5, p.16611667, 2011.
- BENTLEY, O. G.; JOHNSON, R. R.; HERSHBERGER, T. V.; CLINE, J. H.; MOXON, A. L. Cellulolytic-factor activity of certain short-chain fatty acids for rumen microorganisms in vitro. **Journal of Nutrition**, v. 57, n. 3, p. 389-400, 1955.

BERCHIELLI, T. T.; GARCIA, A. V. OLIVEIRA, S. G. Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudo de nutrição. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V. OLIVEIRA, S. G. (Eds.). **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 583 p.

BEZERRA, J. D. C.; FERREIRA, G. D. G.; CAMPOS, J. M. S.; OLIVEIRA, M. W.; ANDRADE, A. P.; JÚNIOR, J. R. S. N. Biometric and chemical characteristics of sugarcane varieties for use as forage in limiting soil water conditions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.46, n.5, p.384-392, 2017.

BOLONHEZI, D.; PEREIRA, J. C. V. N. A. Plantio direto na Alta Mogiana. **O Agrônomo**, Campinas, v.51, p.12-15, 1999.

BONOMO, P.; CARDOSO, C. M. M. et al. Potencial forrageiro de variedades de cana-de-açúcar para alimentação de ruminantes. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.31, n.1, p.54-59, 2009.

CABRAL A.M.D.; BATISTA A.M.V.; CARVALHO F.F.R.; GUIM A.; AMORIM G.L.; SILVA M.J.M.S.; FRANÇA A.A.; BELO JÚNIOR G.S. Cana-de-açúcar em substituição ao feno de capim-tifton 85 em rações para cabras Saanen. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.1, p.198-204, 2015.

CARVALHO, M.V.; RODRIGUES, P.H.M.; LIMA, M.L.P.; ANJOS, I.A.; LANDELL, M.G. A.; SANTOS, M.V.; SILVA, L.F.P. Composição bromatológica e digestibilidade de cana-de-açúcar colhida em duas épocas do ano. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.47, n.4, p.298-306, 2010.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, v.1-Safra 2016/2017, n.1, **Quarto levantamento, novembro/2017**. Brasília: Conab, 2017.

CORRÊA, C. E. S.; PEREIRA, M. N.; OLIVEIRA, S. G.; RAMOS, M. H. Performance of Holstein cows fed sugarcane or corn silages of different grain textures. **Scientia Agricola**, v.60, n.4, p.221-229, 2003.

COSTA M. K. L.; SHIGAKI, F.; FREITAS, J. R. B.; RODRIGUES, R. C.; CARNEIRO, H. Valor nutritivo de variedades de cana-de-açúcar em função da adubação nitrogenada na região pré-Amazônica do Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 4, p. 2091-2106, 2017.

COSTA, M. C. G., VITTI, G. C., CANTARELLA, H. Volatilização de n-nh<sub>3</sub> de fontes nitrogenadas em cana-de-açúcar colhida sem despalha a fogo. **R. Bras. Ci. Solo**, 27:631-637, 2003.

DEHORITY, B. A.; BENTLEY, O. G.; JOHNSON, R. R.; MOXON, A. L. Isolation and identification of compounds from autolyzed yeast, alfalfa meal, and casein hydrolysate with

cellulolytic factor activity for rumen microorganisms in vitro. **Journal of Animal Science**, v. 16, n. 2, p. 502- 514, 1957.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G. (Eds.) **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214p.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; HENRIQUES, L. T. et al. Estimação da digestibilidade dos carboidratos não-fibrosos em bovinos utilizando-se o conceito de entidade nutricional em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1479-1486, 2006.

DIOLA, V.; SANTOS, F. Fisiologia. In: SANTOS, F. et al. (Eds.). **Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e álcool – Tecnologias e perspectivas**. Viçosa: UFV, 2010. p.25-49.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.

FERNANDES, A. M.; QUEIROZ, A. C.; PEREIRA, J. C.; LANA, R. P.; BARBOSA, M. H. P.; FONSECA, D. M.; DETMANN, E.; CABRAL, L. S.; PEREIRA, E. S.; VITTORI, A. Composição químico-bromatológica de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.L.*) com diferentes ciclos de produção (precoce e intermediário) em três idades de colheita. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.977-985, 2003.

FREITAS, A. W. P.; PEREIRA, J. C.; ROCHA, F. C. et al. Características da silagem de cana-de-açúcar tratada com inoculante bacteriano e hidróxido de sódio e acrescida de resíduo da colheita de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.48-59, 2006.

GASCHO, G. J.; SHIH, S. F. Sugarcane. In: TEERE, I. D., PEET, M. M. (Eds.). **Crop-water relations**. New York: A Wirley Interscience, 1983, p.445-479.

GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. **Forage fiber analysis: apparatus reagents, procedures and some applications**. Washington, DC: USDA, 1970. 20 p. (Agricultural Handbook 379).

GONZAGA, G. B. M. Avaliação do crescimento inicial da cana-de-açúcar, variedade RB867515, sob o efeito de bactérias endofíticas. 2012. 54 f. **Dissertação** (Mestrado em Produção vegetal) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2012.

GOODING, E. G. B. Effect of quality of cane on its value as livestock feed. **Tropical Animal Production**, v.7, n.1, p.72-91, 1982.

HERMANN, E. R.; CÂMARA, G. M. S. Um método simples para estimar a área foliar de cana-de-açúcar. **Revista da STAB**, v. 17, p. 32-34, 1999.

HOLDEN, L.A. Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.1791-1794, 1999.

IBGE. Estatística da produção agrícola. Brasília: IBGE, 2017. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em: 15 nov. 2017.

INMAN-BAMBER, N. G. Sugarcane water stress criteria for irrigation and drying off. **Field Crops Research**, v.89, n.1, p.107-122, 2004.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. 2013. Banco de dados meteorológicos para educação e pesquisa: Estação de tempo de Chapadinha. Available at: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Accessed on: 21, 2017.

JADOSKI, C. J.; TOPPA, B. E. V.; JULIANETTI, A.; HULSBOF, T.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; Fisiologia do desenvolvimento do estágio vegetativo da cana-de-açúcar. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v.3, n.2, p.169-176, 2010.

JOHNSON, R. R.; DEHORITY, B. A.; BENTLEY, O. G. Studies on the *in vitro* rumen procedure: Improved inoculum preparation and the effects of volatile fatty acids on cellulose digestion. **Journal of Animal Science**, v. 17, n. 3, p. 841- 850. 1958.

KRIZSAM, S. J.; RANDBY, A. T. The effect of fermentation quality on the voluntary intake of grass silage by growing cattle fed silage as sole feed. **Journal of Animal Science**, v.85, n.4, p.984-996, 2007.

LANDELL, M. G. A.; BRESSIANI, J. A. Melhoramento genético, caracterização e manejo varietal. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELLOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. (Eds.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: IAC, 2008, 36 p.

LÓPEZ, S. *In vitro* and *in situ* techniques for estimating digestibility. In: DIJKSTRA, J.; FORBES, J. M.; FRANCE, J. (Eds.). **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. 2 ed. Cambridge: CABI Publishing, 2005. 736 p.

LUND, P.; WEISBJERG, M. R.; HVELPLUND, T. Digestible NDF is selectively retained in the rumen of dairy compared to indigestible NDF. **Animal Feed Science and Technology**, v.134, n.1/2, p.1-17, 2007.

MACHADO, R. S.; RIBEIRO, R. V. MARCHIORI, P. E. R.; MACHADO, D. F. S. P.; MACHADO, E. C.; LANDELL, M. G. A. Respostas biométricas e fisiológicas ao déficit hídrico em cana-de-açúcar em diferentes fases fenológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.12, p.1575-1582, 2009.

MARIN, F. R. Variedades. 2012. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. 2012. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01\\_42\\_1110200717570.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_42_1110200717570.html)>. Acesso em: 16 out. 2017.

MARTINS, A> L. M.; LANDELL, M. G. A. **Conceitos e critérios para avaliação experimental em cana-de-açúcar utilizados no programa Cana IAC**. Pindorama: Instituto Agrônômico, 1995.p. 2-14.

MENDES NETO, J.; NEIVA, J. N. M.; VASCONCELOS, V. R. et al. Uso da cana-de-açúcar na terminação de ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. CD-ROM.

MENKE, K. H., L. RAAB, A. SALEWSKI, H. STEINGASS, D. FRITZ AND W. SCHNEIDER. 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. **J. Agric. Sci. (Camb.)** 92:217-222.

MIRANDA, J. R. **História da cana-de-açúcar**. Campinas: Komedi, 2008. 167p.

MOULD, F. L.; KLIEM, K. E.; MORGAN, R.; MAURICIO, R. M. In vitro microbial inoculum: a review of its function and properties. **Animal Feed Science and Technology**, v. 123/124, n.1, p.31-50, 2005.

MURARO, G. B.; ROSSI JUNIOR, P.; OLIVEIRA, V. C.; GRANZOTTO, P. M. C.; SCHOGOR, A.L.B. Efeito da idade de corte sobre a composição bromatológica e as características de cana-de-açúcar plantada em dois espaçamentos e três idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1525-1531, 2009.

NOCEK, J. E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, v. 71, n. 5, p. 2051-2069, 1988.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; PAZIANI, S. F. Volumosos suplementares estratégica de decisão e utilização. In: EVANGELISTA, A R.; AMARAL, P. N. C. do; PADOVANI, R. F.; TAVARES, V. B.; SALVADOR, F. M.; PERON, A. J. (Ed.). **Forragicultura e pastagens: temas em evidência**. Lavras: Editora UFLA, 2002. p. 193-232.

NUSSIO, L. G.; ROMANELLI, T. L.; ZOPOLLATTO, M. Tomada de decisão na escolha de volumosos suplementares para bovinos de corte em confinamento. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE, 5, 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 2003. p.1-14.

NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P.; PEDREIRA, C.G.S. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. In: MANEJO DE PASTAGEM DE TIFTON, COASTCROSS E ESTRELA, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1998. p.203-239.

OLIVEIRA, A.R.; BRAGA, M.B.; SANTOS, B.L.S.; WALKER, A.M. Biometria de cultivares de cana-de-açúcar sob diferentes reposições hídricas no vale submédio São Francisco. **Energia Agrícola**, v.31, n.1, p.48-58, 2016.

OLIVEIRA, E. C. A.; FREIRE, F. J.; OLIVEIRA, R. I.; OLIVEIRA, A. C.; FREIRE, M. B. G. S. Acúmulo e alocação de nutrientes em cana-de-açúcar. **Revista Ciência Agronômica**, vol.42, n. 3, p. 579-588, 2011.

OLIVEIRA, E.C.A. de; OLIVEIRA, R.I. de; ANDRADE, B.M.T. de; FREIRE, F.J.; LIRA JÚNIOR, M.A.; MACHADO, P.R. Crescimento e acúmulo de matéria seca em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob irrigação plena. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, p.951-960, 2010.

OLIVEIRA, M. P. de; RAGGHIANI, K. C.; HOMEM, B. F. M.; MARQUES, M. O. Cana-de-açúcar: análise biométrica de cultivares, ano agrícola 2012/2013. **Ciência & Tecnologia: Fatec-JB**, v. 6, p. 110-114, 2014.

PATE, F. M. Nutritive value of sugarcane at different stages of maturity. **Tropical Animal Production**, v.2, n.1, p.108, 1977.

PEREIRA, E. S.; QUEIROZ, A. C.; PAULINO, M. F. et al. Fontes nitrogenadas e uso de *Sacharomyces cerevisiae* em dietas à base de cana-de-açúcar para novilhos: Consumo digestibilidade, balanço nitrogenado e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.30, n.2, p.563-572, 2001.

PEREIRA, M.N.; COSTA, H.N.; MELO, R.P.; CHAVES, M.L.; LIMA, R.F.; PEREIRA, R.A.N. Efeito do ambiente ruminal sobre a degradabilidade de colmos da cana-de-açúcar. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.2, p.511-518, 2015.

PIRES, R. C. M.; ARRUDA, F. B.; SAKAI, E. Irrigação e drenagem. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. (Eds.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agronômico, 2008. p.631-670.

PRADO, H.; PÁDUA JR., A. L.; GARCIA, J. C.; MORAES, J. F. L.; CARVALHO, J. P.; DONZELI, P. L. (2008); Ambientes de produção. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. DE A. (Eds.). **Cana-de-açúcar**. p.671-698, 2008. Campinas: Instituto Agronômico. 2008, parte 4, p.179-205.

RAMESH, P. Effect of different levels of drought during the formative phase on growth parameters and its relationship with dry matter accumulation in sugarcane. **Journal of Agronomy & Crop Science**, v.185, p.83-89, 2000.

ROBERTO, G. G.; CUNHA, C.; SALES, C. R. G.; SILVEIRA, M. N.; RIBEIRO, R. V.; MACHADO, E. C.; LAGÔA, A. M. M. A. Variação da fotossíntese e dos teores de carboidratos induzidos por etefom e déficit hídrico na fase de maturação da cana-de-açúcar. **Bragantia**, v. 74, n. 4, p.379-386, 2015.

RODRIGUES, A. A.; CRUZ, G. M.; BATISTA, L. A. R.; et al. Qualidade de nove variedades de cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. CD-ROM.

RODRIGUES, A. A.; CRUZ, G. M.; BATISTA, L. A. R. et al. Efeito da qualidade de quatro variedades de cana-de-açúcar no ganho de peso de novilhas canchim. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. CD-ROM.

SALAZAR, D. R.; STABILE, S. S.; GUIMARÃES, P. S.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; SANTOS, M. G.; SILVA, L. F. P. Valor nutritivo do colmo de híbridos de milho colhidos em três estádios de maturidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n.7, p.758-766, jul. 2010.

SALLA, D. A. Análise energética de sistemas de produção de etanol de mandioca, cana-de-açúcar e milho. 2008. 168f. **Tese** (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciência Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista de Botucatu, Botucatu, SP. Disponível em: <[http://www.fca.unesp.br/pos\\_graduacao/teses/PDFs/Arq0279.pdf](http://www.fca.unesp.br/pos_graduacao/teses/PDFs/Arq0279.pdf)>. Acesso em: 10 jun. 2008.

SAMPAIO, I. B. M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. 2ª.ed. Belo Horizonte: Fundação de Estudo e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 2002. 265p.

SAS Institute Inc. Statistical Analysis System user's guide. Version 9.0. Cary Statistical Analysis System Intitute. 513p. 2002.

SILVA, M. A; JERNIMO, E. M.; LUCIO, A. D. Perfilamento e produtividade de cana-de-açúcar com diferentes alturas de corte e épocas de colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol.43 no.8 Brasília Aug. 2008.

SIMÕES, W. L.; CALGARO, M.; GUIMARÃES, M. J. M.; SANTOS, J. E. dos; ARAUJO, E. F. J.; SILVA, M. V. T. da. Parâmetros biométricos da cana-de-açúcar submetida a regimes de déficit hídrico no submédio do São Francisco. In: CONGRESSO NACIONAL DE

IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 25. 2015, São Cristóvão Agricultura irrigada no Semiárido brasileiro: **anais...** São Cristóvão: ABID: Universidade Federal de Sergipe, 2015. CD-ROM.

SIQUEIRA, G. R.; RESENDE, F. D.; REIS, R. A.; ROMAN, J.; BERNARDES, T. F.. Uso estratégico de forragens conservadas em sistemas de produção de carne. In: JOBIM, C.C.; CECATO, U.; CANTO, M.W. (Eds.) **Produção e utilização de forragens conservadas**. Maringá: Masson, 2008. p.41-89.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

TEIXEIRA, C. B.; RAMOS, M. H.; SANTOS, J. F.; CHAVES, M. L.; BITENCOURT, L. L.; PEREIRA, R. A. N.; RAMALHO, M. A. P.; PEREIRA, M. N. Variáveis agronômicas e químicas e degradabilidade ruminal da cana-de-açúcar. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.3, p.870-878, 2014.

TEJERA, N. A.; RODÉS, R.; ORTEGA, E.; CAMPOS, R.; LLUCH, C. Comparative analysis of physiological characteristics and yield components in sugarcane cultivars. **Field Crops Research**, v. 102, n.1, p.64 -72, 2007.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**, v.18, n. 2, p. 104–111. 1963

TOPPA EVB, JADOSKI CJ, JULIANETTI A, HULSHOF T, ONO EO AND RODRIGUES JD. 2010. Physiology aspects of sugarcane production. **Pesqui Apl Agrotec** 3: 223-230.

TRENTIN, R.; ZOLNIER, S.; RIBEIRO, A.; STEIDLE NETO, A. J. Transpiração e temperatura foliar da cana-de-açúcar sob diferentes valores de potencial matricial. **Engenharia Agrícola**, vol.31, n.6, p.1085-1095, 2011.

Van SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

VASCONCELOS, A. C. M. Desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea de socas de cana-de-açúcar sob dois sistemas de colheita: crua mecanizada e queimada manual. 2002. 140 f. **Tese** (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Jaboticabal, 2002.

VASQUEZ, O. P.; SMITH, T. R. Factors affecting pastures intake and total dry matter intake in grazing dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.10, p.2301-2309, 2000.

VIOLANTE, M. H. S. R. Potencial de produção de cana-energia em áreas agrícolas marginais no Brasil. 2012. 113 f. **Dissertação** (Mestrado Profissional em Agronegócios) – Escola de

economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas (FGV/EESP), São Paulo, 2012.

VOLTOLINI, T. V.; SILVA, J. G.; SILVA, W. E. L.; NASCIMENTO, J. M. L.; QUEIROZ, M. A. A.; OLIVEIRA, A. R. Valor nutritivo de cultivares de cana-de-açúcar sob irrigação **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.13, n.4, p.894-901, 2012.

WATT, D.A.; MCCORMICK, A.J.; CRAMER, M. D. (2014). Source and Sink Physiology. In P.H. Moore & F.C. Botha, F.C. (Eds.), **Sugarcane: Physiology, Biochemistry and Functional Biology**. Oxford: Willey Blackwell, 2014. P.483-520