

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE ZOOTECNIA
MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO

**EFEITO DA LIGNINA E DA SÍLICA NA
DEGRADABILIDADE DA MS E DA FDN DOS
COMPONENTES DA PLANTA DA CANA-DE-AÇÚCAR DE
PRIMEIRO CICLO CULTIVADA SOB IRRIGAÇÃO**

**ALUNO: PAULO JUNIO SILVA
DAMASCENO**

**ORIENTADOR: PROF. DR. ZINALDO
FIRMINO DA SILVA**

CHAPADINHA- MA

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE ZOOTECNIA
MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO

**EFEITO DA LIGNINA E DA SÍLICA NA
DEGRADABILIDADE DA MS E DA FDN DOS
COMPONENTES DA PLANTA DA CANA-DE-AÇÚCAR DE
PRIMEIRO CICLO CULTIVADA SOB IRRIGAÇÃO**

Monografia apresentada ao curso de Zootecnia da Universidade Federal do Maranhão, como requisito indispensável para obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia.

**Aluno: Paulo Junio Silva
Damasceno**

**Orientador: Prof. Dr. Zinaldo
Firmino da Silva**

CHAPADINHA, MA

2019

PAULO JUNIO SILVA DAMASCENO

**EFEITO DA LIGNINA E DA SÍLICA NA DEGRADABILIDADE DA MS E DA FDN
DOS COMPONENTES DA PLANTA DA CANA-DE-AÇÚCAR DE PRIMEIRO
CICLO CULTIVADA SOB IRRIGAÇÃO**

Monografia apresentada ao curso de Zootecnia da Universidade Federal do Maranhão, como requisito indispensável para obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia.

Aprovada em: 17/12/2019

Banca examinadora

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

Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Alécio Matos Pereira
Universidade Federal do Maranhão

CHAPADINHA, MA

2019

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

Damasceno, Paulo Junio Silva.

EFEITO DA LIGNINA E DA SÍLICA NA DEGRADABILIDADE DA MS
E DA FDN DOS COMPONENTES DA PLANTA DA CANA-DE-AÇÚCAR DE
PRIMEIRO CICLO CULTIVADA SOB IRRIGAÇÃO / Paulo Junio Silva
Damasceno. - 2019.

35 p.

Orientador(a): Zinaldo Firmino da Silva.

Curso de Zootecnia, Universidade Federal do Maranhão,
Chapadinha-MA, 2019.

1. Digestibilidade ruminal. 2. Forragem. 3. Valor
nutritivo. I. Silva, Zinaldo Firmino da. II. Título.

DEDICO

Aos meus pais Paulo José e Alcina Eliza por todo o amor e esforço, fundamentais na minha formação ética e dos valores morais que me tornaram implacável em meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Paulo e Alcina e pela confiança e o esforço contínuo em me proporcionar a melhor educação. A minha vó Eliza, as minhas tias, meus primos e primas, que me motivaram a sempre buscar a minha melhor versão na realização deste objetivo.

Ao professor Zinaldo, que me orientou em inúmeras situações ao longo da minha formação acadêmica, desenvolvendo o meu perfil científico e profissional, sempre com resiliência, integridade e sabedoria.

Aos integrantes do grupo GadLeite, especialmente os que estiveram desde o início da luta, superando sem medo todos os desafios: Paula Muniz, Isaías Viana, Aline Ferreira, Pedro Antônio, Francisco Pereira e Renan Leite.

Aos colegas da turma de 2015.1, e minhas amigas Ana Carolinne e Antônia (Carol), presentes em todas as conquistas no decorrer do curso.

Ao Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão e os profissionais que o fazem existir, especialmente os professores, com os quais, de cada um, pude abstrair características que agregam muito valor a minha formação. Sou muito grato ao professor Dr. Alécio Matos, que foi de grande importância para o meu aperfeiçoamento constante.

A Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), pelas bolsas de iniciação científica e o financiamento deste trabalho.

“Mude os seus pensamentos e mudará o seu destino.”

Joseph Murphy

Efeito da lignina e da sílica na degradabilidade da ms e da fdn dos componentes da planta da cana-de-açúcar de primeiro ciclo cultivada sob irrigação

RESUMO: Objetivou-se avaliar o efeito da lignina e da sílica sobre a degradabilidade da matéria seca (DEG MS) e da fibra em detergente neutro (DEG FDN) dos componentes da planta da cana-de-açúcar de primeiro ciclo, cultivada com irrigação suplementar. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 7 x 4, sendo sete variedades de cana-de-açúcar (RB-92579, CV-4, RB-855035, RB-962962, RB-041443, RB-951541 e RB-867515) e quatro componentes da planta (ponteira, colmo integral, colmo descascado e casca), com três repetições, as vacas canuladas. Foi realizada a determinação da MS, FDN, lignina Klason e cinza insolúvel em permanganato (CIPE) como medida indireta de sílica. As amostras foram incubadas por 24 horas no rúmen para determinação da DEG MS e da FDN. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e suas médias comparadas pelo teste Tukey a 5%. Houve diferença entre componentes e entre variedades quanto as DEG MS e da FDN. O colmo descascado foi o componente da planta com maior DEG MS (69,9%). Com o descascamento houve melhora de 10,7 pontos percentuais de DEG FDN do colmo integral para o colmo descascado. Houve forte correlação negativa entre DEG MS em 24h e lignina, semelhante ao ocorrido com sílica, mas com menor intensidade. A DEG MS em 24 horas de incubação dos componentes da cana-de-açúcar é mais afetada por lignina que por sílica, diferentemente da DEG FDN onde a sílica é mais determinante que lignina. A casca do colmo é o componente da planta com pior DEG FDN em 24 horas e sua remoção aumenta o valor nutritivo dessa forragem. As variedades RB-951541, RB-867515, RB-041443 e CV – 4 são mais indicadas para dieta de bovinos leiteiros em função das melhores DEG MS do colmo integral.

Palavras-chaves: digestibilidade ruminal, forragem, valor nutritivo.

Effect of lignin and silica on dry matter and neutral detergent fiber degradability of first-cycle sugarcane plant components under irrigation

ABSTRACT: The aim was to evaluate the effect of lignin and silica on the degradability of dry matter (DMD) and fiber neutral detergent (NDFD) of the first cycle sugarcane plant components, cultivated with supplementary irrigation. The delineation used was in randomized blocks in a 7 x 4 factor scheme, being seven varieties of sugarcane (RB-92579, CV-4, RB-855035, RB-962962, RB-041443, RB-951541 and RB-867515) and four plant components (tip, whole stalk, peeled stalk and rind), with three repetitions, the cannulated cows. The determination of DM, NDF, Klason lignin and permanganate insoluble ash (PEIA) as silica indirect measure. was performed. The samples were incubated for 24 hours in the rumen for determination of DMD and NDFD. The data were submitted to analysis of variance by the F test and their means were compared by the Tukey test at 5%. There was a difference between components and between varieties when the DMD and NDFD. Stalk without rind was the plant component with the highest DMD (69.9%). With the rind removal, there was an improvement of 10.7 percentage points of NDFD from the integral stem to the stalk without rind. There was a strong negative correlation between DMD in 24 hours and lignin, similar to what occurred with silica, but with lower intensity. DMD within 24 hours of sugarcane components incubation is more affected by lignin than by silica, the opposite situation for NDFD, where silica is more determinant than lignin. The rind is the plant component with the worst NDFD in 24 hours and its removal increases the nutritional value of this forage. The varieties RB-951541, RB-867515, RB-041443 and CV - 4 are best suited for dairy cattle diet due to the best DEG MS of whole stalk.

Keywords: ruminal digestibility, forage, nutritional value.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	OBJETIVO	14
2.1	Objetivo geral.....	14
2.2	Objetivos específicos	14
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.3	Valor nutritivo da cana-de-açúcar	15
2.4	Fatores que afetam o valor nutritivo da cana-de-açúcar.....	17
2.5	Desempenho de bovinos leiteiros alimentados com cana-de-açúcar	19
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	21
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
6	CONCLUSÕES.....	30
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Estatísticas descritivas dos teores de matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN) dos componentes da planta de sete variedades de cana-de-açúcar de primeiro ciclo cultivadas em regime de irrigação..... 24
- Tabela 2** – Degradabilidade da matéria seca (DEG MS, % da MS) e da fibra em detergente neutro (DEG FDN, % da FDN) dos componentes da planta de sete variedades de cana-de-açúcar de primeiro ciclo cultivadas em regime de irrigação.....25
- Tabela 3** – Degradabilidade da matéria seca (DEG MS, % da MS) em 24 horas dos componentes da planta de sete variedades de cana-de-açúcar cultivadas em regime irrigado.....26
- Tabela 4 – Degradabilidade da fibra em detergente neutro (DEG FDN, %FDN) em 24 horas dos componentes da planta de sete variedades de cana-de-açúcar cultivadas em regime irrigado.....27

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1-** Correlação entre a degradabilidade da matéria seca (DEG MS) 24h e a lignina dos componentes da cana cultivada sob irrigação (%MS)28
- Figura 2-** Correlação entre a degradabilidade da MS (DEG MS) 24h e a cinza insolúvel em permanganato (CIPE) dos componentes da cana cultivada sob irrigação (%MS).....28
- Figura 3-** Correlação entre a degradabilidade da FDN (DEG FDN, % da FDN) 24h e a lignina dos componentes da cana cultivada sob irrigação (%MS).....29
- Figura 4-** Correlação entre a degradabilidade da FDN (DEG FDN, % da FDN) 24h e a cinza insolúvel em permanganato (CIPE) dos componentes da cana cultivada sob irrigação (%MS).....30

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar enquanto forragem possui duas grandes vantagens, a elevada produção de matéria seca (MS) e de energia por unidade de área. No entanto, estudos sugerem que a utilização de cana para alimentação de ruminantes com elevada exigência nutricional resulta em maior inclusão de concentrados na dieta, em comparação a alternativas de forragens comuns nos períodos de estiagem, a exemplo da silagem de milho (CORRÊA et al., 2003; COSTA et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2011). Parte disso é decorrente de sua baixa digestibilidade ruminal da fibra, o que pode reduzir o consumo de matéria seca (CMS).

A avaliação do valor nutritivo por meio de parâmetros de degradação ruminal podem explicar o efeito da forragem sobre o CMS. A estimativa da degradação ruminal dos alimentos tem sido fundamental para avaliar a quantidade de nutrientes disponíveis para os microrganismos do rúmen e sua qualidade (MOREIRA et al., 2003).

A degradabilidade da matéria seca (DEG MS) e da fibra em detergente neutro (DEG FDN) são exemplos de indicadores que podem contribuir para a definição dos fatores nutricionais da cana-de-açúcar que pode limitar a produção de animais alimentados com esta forragem. Maiores valores de ambas as variáveis são desejáveis, pois, sugerem maior facilidade de liberação de fontes de nutrientes e energia no ambiente ruminal, bem como menor resistência à degradação da fibra.

No caso da cana-de-açúcar, a DEG MS indica a velocidade de liberação carboidratos solúveis no rúmen, principalmente a sacarose, enquanto que a DEG FDN tem maior relação com a velocidade de degradação dos carboidratos fibrosos que compõem a FDN (MERTENS et al., 1994). O percentual destes parâmetros pode variar em função do componente da planta avaliado, da variedade utilizada, e ainda, por fatores externos como o clima e os tratos culturais (CARVALHO et al., 2010; TEIXEIRA et al., 2014).

Sabe-se que as forragens possuem compostos capazes de afetar negativamente a degradação da fração fibrosa, como a lignina e a sílica (HOOVER et al., 1986). Redução em digestibilidade de fibra resulta em maior tempo de retenção do alimento no rúmen e, conseqüentemente, menor CMS (ALLEN, 2000).

Dessa forma, avaliar a degradabilidade da MS e da FDN da cana-de-açúcar e seu relacionamento com as concentrações de lignina e sílica pode direcionar o desenvolvimento de novas estratégias de alimentação de vacas leiteiras que melhorem o aproveitamento dessa forragem e, por conseguinte, a sua maior inclusão dietética.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Avaliar o relacionamento entre as concentrações de lignina e sílica (CIPE) sobre a degradabilidade ruminal da matéria seca (MS) e da fibra em detergente neutro (FDN) dos componentes de variedades de cana-de-açúcar de primeiro ciclo cultivadas sob irrigação suplementar.

2.2 Objetivos específicos

A partir de sete variedades de cana (RB-92579, CV-4, RB-855035, RB-962962, RB-041443, RB-951541 e RB-867515) e de quatro componentes das plantas (colmo inteiro, colmo descascado, casca e ponteira) avaliar:

- os teores de MS e FDN;
- a DEG *in situ* em 24h da MS e da FDN;
- a relação entre lignina e sílica com as DEG MS e da FDN.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.3 Valor nutritivo da cana-de-açúcar

A literatura tem relatado teor médio de FDN de colmos da cana-de-açúcar de cerca de 40% (LEITE et al., 2018; PEREIRA et al., 2015). Contudo, sabe-se que em virtude do relacionamento desta variável com as práticas de cultivo ou a variedade utilizada, podem ser observados percentuais de FDN do colmo variando de 40 a 50% (BONOMO et al., 2009).

Ao estudar a digestibilidade *in vitro* de componentes da planta da cana, Carvalho et al. (2010) identificaram que o colmo integral apresenta menor teor de FDN (38,2%) que as folhas (68,7%). Porém, a digestibilidade do colmo (11,9%) foi duas vezes menor em comparação às folhas (23,9%). Como ressaltado por Teixeira et al. (2014) é necessário identificar os fatores intrínsecos à fibra da cana-de-açúcar determinantes para a sua baixa degradabilidade.

Neste sentido, Damasceno et al. (2018) avaliaram a diferença entre componentes (colmo integral e descascado, casca e ponteira) da planta de cinco variedades de cana-de-açúcar em sequeiro, quanto a DEG MS e da FDN em 24 horas de incubação *in situ* em vacas leiteiras. Os resultados sugeriram variabilidade na DEG MS e da FDN entre variedade de cana e entre os componentes avaliados. Apesar do efeito da variedade sobre a degradabilidade da planta, a remoção da casca melhorou a DEG MS do colmo.

Estes componentes, entre outras funções, estão relacionados com a resistência física e a sustentação da planta. A casca é descrita como de maior rusticidade em relação aos demais, por estar ligada a resistência do conteúdo do colmo as intempéries ambientais (NETO et al., 2014).

Em avaliação do efeito de quatro variedades de cana-de-açúcar com diferentes DEG MS no ganho de peso de novilhas canchim, Rodrigues et al. (2002) observaram que os maiores ganhos de peso e a melhor conversão alimentar foram resultado de maiores valores de digestibilidade da MS, bem como uma relação FDN/açúcares mais baixa. O uso de variedades de cana com maior DEG MS favoreceu melhores médias diárias de ganho de peso vivo e conversão alimentar, variando de 0,65 a 0,89 kg/animal, e de 7,64 a 10,18 kg MS/kg respectivamente.

Pereira et al. (2015) avaliaram o efeito do ambiente ruminal sobre a DEG de colmos inteiros de 12 variedades de cana-de-açúcar cultivadas na região sudeste. Foi encontrado média de 63,9% para DEG MS, e 22,1% para DEG FDN do colmo inteiro em 24 horas de degradação ruminal *in situ*. Mais recentemente, resultados semelhantes foram apresentados por Leite (2018), que ao avaliar 15 variedades de cana-planta cultivadas em regime de sequeiro na região Leste maranhense, encontrou 62,1% de DEG MS, e 22,6% de DEG FDN em 24 horas. Teixeira et al. (2014), em uma população de 20 cultivares, encontrou DEG MS de 57,1%, e DEG FDN de 19,8%.

Daniel et al. (2017) apontaram dois caminhos possíveis para a melhora da DEG MS da cana-de-açúcar. Isto pode ser alcançado com redução do teor de FDN da planta, ou, melhorando a DEG FDN. Nesse sentido, uma estratégia já utilizada para melhorar o valor nutritivo da cana é a seleção de variedades com menor teor de FDN e fibra em detergente ácido (FDA), direcionados para a nutrição animal. Contudo, foi constatada redução da resistência dos meios de sustentação da planta, o que aumentou o índice de tombamento e resultou em baixo uso de tal estratégia (TEIXEIRA et al., 2014).

Outra alternativa já explorada é a restrição do fornecimento de determinados componentes da cana ao consumo animal, com a remoção mecânica daqueles que comprovadamente tem maior indigestibilidade e impacto negativo no CMS. Desse modo, Siécola Júnior et al. (2014) obtiveram melhoria de desempenho animal com a alteração da proporção de componentes da cana-de-açúcar, ou seja, maior proporção de colmo em detrimento da palhada. A despalha (retirada da palha e das folhas totais) melhorou a digestibilidade da MS e o CMS, promovendo aumento de ganho de peso de 270 g/dia em novilhas. É possível que o descascamento promova efeito semelhante ou superior, uma vez que o componente casca se mostrou o de menor DEG FDN, mas estudos são necessários para testar tal hipótese. Estratégias que melhorem o valor nutritivo da cana-de-açúcar merecem maior investigação científica.

2.4 Fatores que afetam o valor nutritivo da cana-de-açúcar

Dos fatores que podem afetar negativamente o valor nutritivo das gramíneas, existem evidências da participação da lignina e da sílica neste processo. A lignina é resistente à degradação bacteriana e fúngica no rúmen, e pequenas quantidades podem ser solubilizadas, mas não digerida ao longo do tempo (RAFFRENATO et al., 2017).

A sílica presente na cana-de-açúcar pode estar mais relacionada a indigestibilidade da fibra que a própria lignina, pois a cana-de-açúcar é uma das gramíneas de maior utilização e retenção de sílica em sua parede celular, com valores de 0,14% em folhas novas, e até 6,7% nos colmos e folhas velhas (RFER et al., 1999). Já foi relatada a redução de até 3% na digestibilidade in vitro da matéria seca para cada unidade de aumento de sílica (HOOVER, 1986). Contudo, apesar dos efeitos negativos sobre o valor nutritivo, esses compostos são de grande importância para o aumento da resistência da parede celular a pragas, doenças e para suportar o aumento da produtividade dos colmos.

O regime de cultivo adotado no cultivo da cana, sequeiro ou irrigado, constitui outro fator capaz de alterar seu valor nutritivo. Apesar da boa adaptação desta forragem ao cultivo em sequeiro, comparada a outras fontes de forragens na época de estiagem, a redução da produtividade da cultura pelo não suprimento da demanda hídrica pode elevar os custos de produção e diminuir a rentabilidade da pecuária leiteira, setor em que a mesma é frequentemente usada no período seco. Desse modo, tendo em vista que o déficit hídrico e a intensidade com que ocorre são considerados os principais entraves para a produção agrícola mundial, evidencia-se a motivação para a busca por culturas cada vez mais eficientes no uso da água (CATTIVELLI et al., 2008).

O déficit hídrico pode ser caracterizado como sendo o momento onde a perda de água pela planta supera a absorção. Em função da severidade, podem ser acionados mecanismos fisiológicos e bioquímicos, que, a fim de viabilizar a sobrevivência da planta em condições estressantes, causam mudanças estruturais e funcionais, com grande amplitude organizacional, tanto a nível celular como também em tecidos e órgãos (MORENO-FONSECA, 2009).

Assim como modificações morfológicas ocorrem em situações de baixa oferta de água, existem alterações estruturais em situações onde o canavial recebe condições favoráveis. Tais variações se refletem principalmente na produtividade da cultura, sendo

provável suas influências sobre o valor nutritivo da cana e no aproveitamento deste alimento pelos animais.

Como resposta ao déficit hídrico, ocorrem quatro tipos principais de situações: a limitação do crescimento para minimizar a perda de água; as adaptações morfológicas e fisiológicas, além de alterações metabólicas (BARBOSA, 2010). A diminuição da altura das plantas, diâmetro e produtividade dos colmo são variáveis frequentemente usadas como indicativo de tolerância das variedades ao déficit hídrico (SILVA et al., 2008). Isto pode ser explicado pela redução na divisão e alongamento celular em resposta a menor oferta de água (INMAN-BAMBER, 2004).

Neste contexto, estratégias de mitigação dos efeitos do déficit hídrico na cana-de-açúcar têm sido extensivamente pesquisadas. O melhoramento genético, por proporcionar o desenvolvimento de variedades de cana-de-açúcar mais tolerantes em relação a menor oferta de água, é um caminho para melhor desempenho produtivo em relação as variedades não tolerantes (SMIT & SINGELS, 2006).

Outra opção com potencial para mitigar os impactos negativos do déficit hídrico nas fases onde a cana-de-açúcar tem maior demanda hídrica é a irrigação (SOBRINHO et al., 2019). A literatura tem demonstrado efeitos benéficos com a adoção do regime irrigado no cultivo da cana para a indústria, sendo que, com o uso de irrigação por gotejamento, já foram relatados ganhos em produtividade da ordem de 20 e 28% para cana-planta e cana soca, respectivamente (GAVA et al., 2011; DALRI, 2004).

A maior produtividade é resultado de alterações biométricas dos colmos, principalmente em variedades que tem melhor resposta a irrigação, aumentando a proporção de colmo, diâmetro, comprimento e peso dos colmos, dentre outras variáveis. A fim de esclarecer a associação entre produtividade e o valor nutritivo da cana-de-açúcar, Teixeira et al., (2014) avaliaram quais características químicas e agrônomicas tem maior correlação com o valor nutritivo. Colmos mais curtos e com menor porcentagem de FDN na MS, promoveram maior digestibilidade da MS. Além disso, não houve relacionamento negativo entre melhor digestibilidade e alta produtividade.

2.5 Desempenho de bovinos leiteiros alimentados com cana-de-açúcar

Na formulação de dietas para ruminantes é de grande importância considerar a concentração e a fonte de FDN nos alimentos utilizados, a exigência da categoria animal e a digestibilidade da FDN dos alimentos (ALLEN, 2000).

A cana-de-açúcar, comparada a diferentes híbridos de milho, promoveu queda no consumo (6,9%) e na produção de leite (7,3%) de vacas em lactação (34 Kg/dia). Apesar da quantidade de FDN por unidade de MS ser similar, a digestibilidade da FDN da cana-de-açúcar (22,5%) é aproximadamente a metade da digestibilidade da silagem de milho (43,7%). Neste caso, considerando que não houve diferença entre a digestibilidade da matéria orgânica, as flutuações do consumo entre as forragens podem estar mais relacionadas a diferenças qualitativas da FDN, especialmente a menor degradabilidade da FDN da cana (CORREA et al., 2001).

Em avaliação do efeito de dietas com cana ou silagem de milho como fonte de forragem, o uso exclusivo de cana causou redução no consumo de MS e queda na produção de leite (OLIVEIRA et al., 2011). Por esta razão, a degradabilidade da fibra da cana é tida como o principal entrave para a maior inclusão desta forragem em dietas de vacas ou novilhas com alta exigência nutricional.

Gallo et al. (2019) avaliaram o desempenho de novilhas da raça Holandês alimentadas com níveis crescentes de FDN de cana-de-açúcar (33, 38 e 42 %) e suplementadas com concentrado. A maior inclusão de cana-de-açúcar permitiu desempenho adequado a meta de ganho de peso que viabiliza o primeiro parto aos 24 meses de idade com 550 Kg de peso vivo. Porém, com a substituição de silagem de milho por cana na dieta de novilhas leiteiras, verificou-se que o aumento percentual de FDN de cana na MS tendeu a diminuir o consumo e o ganho de peso desta categoria, o que ressalta o efeito inibitório do consumo de MS da cana quando comparada a forragem com melhor digestibilidade da fibra (ANDRADE & PEREIRA, 1999). Existem evidências de que estes resultados ocorrem de modo semelhante em novilhas de corte (MORAES et al., 2015).

Contudo, a baixa degradabilidade da fibra da cana, normalmente apontada como aspecto negativo, pode trazer efeitos nutricionais benéficos sob situações específicas. A sua inclusão em substituição a silagem de milho aumenta a atividade mastigatória de vacas em lactação, mesmo quando moída finamente (SÁ NETO et al., 2014). Este efeito

foi observado também em novilhas leiteiras, onde a atividade mastigatória se mostrou positivamente correlacionada com a inclusão de FDN de cana-de-açúcar (GALLO et al., 2019).

Desse modo, há melhoria do ambiente ruminal pelo favorecimento da estabilidade do pH ruminal via salivação, o que aumenta o potencial de manutenção da saúde animal em situações de baixa porcentagem de forragem na MS da dieta. O efeito supracitado alivia a grande efetividade física da cana e seu potencial em minimizar a ocorrência de distúrbios metabólicos decorrentes de anormalidades da função ruminal (KHAN et al., 2016).

Em síntese, a literatura parece sugerir grande versatilidade da cana-de-açúcar na dieta de bovinos leiteiros, com o alcance de bons resultados produtivos. Apesar do elevado teor de sacarose que a cana-de-açúcar geralmente apresenta, são os parâmetros relacionados a quantidade e qualidade da fibra as maiores limitações para seu uso na nutrição animal. Em dietas de vacas lactantes, as estratégias de inclusão devem priorizar a sua utilização em fases da lactação onde a demanda nutricional não é a máxima (CORREA et al., 2003). A categoria animal e a situação metabólica parecem ser determinantes para a expressão de efeitos nutricionais negativos com a baixa DEG FDN.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na Unidade de Pesquisa em Nutrição de Gado de Leite, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão, localizado no município de Chapadinha, mesorregião Leste do estado e situada sob as coordenadas de latitude 3°44'16" Sul e 43°20'48" Oeste.

O clima, segundo classificação de Koppen é do tipo tropical quente e úmido. A estação chuvosa ocorre em geral nos primeiros seis meses do ano, enquanto que os demais são caracterizados pelo período de seca. A cana recebeu no total 1.764 mm, sendo 369,8 mm a partir de irrigação suplementar nos primeiros 90 dias após o plantio, ocorrido no mês de setembro (período de seca), e 1.395 mm resultantes das chuvas.

O estudo foi realizado com sete variedades de cana-de-açúcar: RB-92579, CV-4, RB-855035, RB-962962, RB-041443, RB-951541 e RB-867515. Foram coletadas amostras da planta inteira da cana, com 16 meses, no primeiro semestre de 2019. Colmo integral e ponteira foram congelados em freezer para posterior determinação da composição bromatológica e realização das incubações *in situ*.

Foram separados manualmente, de cada variedade, os componentes: ponteira (composta de cartucho e folhas verdes), colmo integral, colmo descascado e casca. Os componentes triturados individualmente em picadora de forragem estacionária (Trapp modelo TRF 300F Super) foram pré-secos em estufa de circulação forçada de ar, a 55° C por 72 h e moídos em moinho tipo Willey, com peneira com crivo de 1,0 mm para determinação da composição bromatológica, e em 5,0 mm para o ensaio de degradabilidade *in situ*.

Em cada uma das canas, de cada cultivar, foi determinada a matéria seca (método INCT-CA G-003/1) e a FDN (método INCT-CA F-002/1), em conformidade aos métodos preconizados pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Ciência Animal (INCT-CA; DETMANN et al., 2012). Foi quantificada a lignina em oxidação de permanganato (LPer; método INCT-CA F-006/1) e a lignina Klason (KL; INCT-CA F-007/1). Com o resíduo da LPer em mufla por 3 horas à 500 °C foi determinada a cinza insolúvel em permanganato (CIPE), um método indireto de determinação de sílica. A lignina Klason foi o método adotado para quantificar a lignina nos componentes da planta. Estes métodos foram escolhidos por apresentarem bons resultados na quantificação de sílica e lignina nos componentes da cana-de-açúcar, em comparação a outros métodos de

determinação indiretas para estes compostos (COSTA et al., 2019a; COSTA et al., 2019b).

Para avaliação da degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca (DEG MS) e da fibra em detergente neutro (DEG FDN) foram utilizadas três vacas canuladas no rúmen da raça Girolando, com peso corporal de 550 ± 10 kg. A alimentação ocorreu duas vezes por dia, às 7:00 e às 16:00, com dieta completa contendo colmo integral de cana-de-açúcar (60 %), milho moído (20 %) e farelo de soja (15 %) e minerais (5 %), por quinze dias antes do ensaio, para adaptação da microbiota ruminal a cana-de-açúcar.

As amostras de matéria pré-seca dos componentes destinadas a incubação foram inseridas em sacos de tecido não tecido (TNT) de gramatura 100 (100 g/m^2), com dimensões de 17 x 9 cm, contendo cerca de 5 g/saco, de modo a manter a relação próxima a 20 mg de MS/cm² (NOCEK, 1998). Os sacos foram incubados no ambiente ruminal dentro em uma sacola de 100% poliéster, acompanhados de pesos de chumbo (totalizando 300 g). Os materiais permaneceram conectados a cânula por meio de um cordão de náilon com cerca de 20 cm. Imediatamente após sua retirada, os sacos foram completamente inseridos em água com gelo, durante 30 minutos, para em seguida serem lavados manualmente em água, até o efluente permanecer translúcido, após 10 rodadas com renovação de água.

Foi determinada a composição em MS e FDN dos resíduos das incubações. O cálculo da DEG MS e DEG FDN correspondente à proporção entre a quantidade de MS e FDN desaparecida em 24h no rúmen e a quantidade de MS e FDN anterior ao ensaio, respectivamente.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 7 x 4, sendo sete variedades de cana-de-açúcar (RB-92579, CV-4, RB-855035, RB-962962, RB-041443, RB-951541 e RB-867515) e quatro componentes da planta (ponteira, colmo integral, colmo descascado e casca), com três repetições, vacas canuladas. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, com as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade por meio do software estatístico Infostat. O relacionamento da lignina e da sílica com as estimativas de degradabilidade da MS e FDN foi avaliado por meio da análise de Correlação de Pearson.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição percentual em MS e em FDN dos componentes das plantas de sete variedades de cana-de-açúcar de primeiro ciclo, cultivadas em regime irrigado, estão apresentadas na Tabela 1. Observou-se amplitude de variação de até 18 pontos percentuais em MS nos componentes e entre as variedades. O teor de FDN teve amplitude de variação maior para ponteira, com 15,2 pontos percentuais, e menor para colmo integral, com 3,1 pontos percentuais.

O teor de FDN do colmo integral variou entre 38,5 e 53,7%. Este intervalo é semelhante ao relatado por Teixeira et al. (2014), que avaliaram características agronômicas, químicas e a digestibilidade de vinte variedades de cana-de-açúcar. Daniel et al. (2017), também encontraram resultados semelhantes. Ambos os trabalhos referenciados utilizaram cana de segunda soca, colhida aos 12 meses em sequeiro.

Tabela 1- Estatísticas descritivas dos teores de matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN) dos componentes da planta de sete variedades de cana-de-açúcar de primeiro ciclo cultivadas em regime de irrigação

Componentes	Média	DP	Mínimo	Máximo
MS, %MN				
Ponteira	25,7	2,4	22,8	30,1
Colmo integral	23,8	1,3	22,5	25,6
Colmo descascado	21,5	1,6	19,4	23,8
Casca	38,3	2,1	35,7	40,7
FDN, %MS				
Ponteira	67,6	1,9	64,7	70,6
Colmo integral	43,3	5,0	38,5	53,7
Colmo descascado	30,1	2,8	28,1	36,3
Casca	65,9	2,5	63,1	70,6

DP – Desvio padrão

MN – Matéria natural

O descascamento dos colmos mostrou-se maior depressor do teor de FDN que a despalha, quase duas vezes superior neste quesito, em comparação aos achados de Siécola

Júnior et al. (2014). No referido estudo, houve redução de 6,8 pontos percentuais (de 53,6 para 46,8%) de FDN da cana inteira para a despalhada, o que foi suficiente para causar aumento de ganho de peso e redução no consumo de FDN por novilhas de alto desempenho.

Houve efeito dos componentes das variedades de cana-de-açúcar sobre a DEG MS em 24 horas (Tabela 2). O descascamento interferiu na DEG MS do colmo integral, melhorando esta variável, em média, 15 pontos percentuais. Com isso, o colmo descascado se tornou o componente com mais alta DEG MS (69,9%). Segundo Daniel et al. (2017), ganhos em DEG MS da cana-de-açúcar parecem estar muito mais associados a reduções no conteúdo de FDN, que na melhora da DEG FDN.

De modo similar, o descascamento tendeu a melhorar a DEG FDN em 10 pontos percentuais. Alterações na composição fibrosa destes componentes são importantes, tendo em vista que aproximadamente 75% da FDN da planta da cana-de-açúcar deriva dos colmos, enquanto que o restante depende da ponteira e folhas secas (DANIEL et al., 2017).

Tabela 2- Degradabilidade da matéria seca (DEG MS, % da MS) e da fibra em detergente neutro (DEG FDN, % da FDN) dos componentes da planta de sete variedades de cana-de-açúcar de primeiro ciclo cultivadas em regime de irrigação

Variável	Componentes	Média	DP	Mínimo	Máximo
DEG MS	Colmo descascado	69,9 a	3,9	62,4	73,8
	Colmo integral	54,5 b	3,7	51,1	62,6
	Ponteira	33,3 c	4,5	21,1	35,6
	Casca	29,7 d	3,1	29,6	38,3
DEG FDN	Colmo descascado	16,6 a	1,3	4,3	7,1
	Colmo integral	6,5 c	3,2	7,6	14
	Ponteira	13,2 b	1,2	1,8	4,8
	Casca	3,1 d	4,3	8,7	18,2

DP – Desvio padrão

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey 5% ($P < 0,05$)

Houve efeito das variedades de cana-de-açúcar sobre a DEG MS em 24 horas (Tabela 3). As variedades RB-041443, RB-867515, RB-961541e CV-4 tiveram colmo integral com melhores DEG MS, sendo que a RB-867515 apresentou também a casca

com melhor valor para esta variável. Nesse sentido, a RB-962962 foi a variedade com pior resultado de colmo integral, colmo descascado e casca.

Tabela 3- Degradabilidade da matéria seca (DEG MS, % da MS) em 24 horas dos componentes da planta de sete variedades de cana-de-açúcar cultivadas em regime irrigado

Variedades	Componentes			
	Colmo Integral	Colmo Descascado	Casca	Ponteira
RB-92579	53,8 bc	74,8 a	28,8 cd	31,8 c
RB-855035	49,9 c	72,0 ab	28,3 d	35,6 ab
RB-951541	55,6 ab	71,9 ab	30,6 bc	36,3 a
RB-867515	57,6 ab	70,8 ab	35,6 a	29,6 c
RB-041443	60,3 a	71,0 ab	29,5 cd	38,2 a
CV – 4	56,6 ab	69,6 b	32,2 b	32,8 bc
RB-962962	43,1 d	62,4 c	21,1 e	31,2 c
MÉDIA	53,9	70,3	29,4	33,6
CV (%)	3,4	1,8	2,29	3,4

CV- Coeficiente de variação

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste Tukey 5% ($P < 0,05$).

O descascamento promoveu aumento na degradabilidade da FDN, com aproximadamente 16 pontos percentuais (Tabela 4). É sabido que a casca da cana é o componente com maior resistência à degradação ruminal, tendo em vista sua riqueza em fibra não-degradada em 288 horas de incubação *in situ* (FDNu). A remoção deste componente promoveu redução de 31% da FDNu no colmo descascado, comparado ao colmo integral (DAMASCENO et al., 2019).

Damasceno et al. (2019) relataram que a variedade RB-867515 se destacou quanto ao seu teor de FDNu do colmo integral, cerca de 30% menor que a média das demais variedades estudadas, as quais foram as mesmas utilizadas no presente trabalho, sob as mesmas condições de cultivo.

Tabela 4- Degradabilidade da fibra em detergente neutro (DEG FDN, %FDN) em 24 horas dos componentes da planta de sete variedades de cana-de-açúcar cultivadas em regime irrigado

Variedades	Componentes			
	Colmo Integral	Colmo Descascado	Casca	Ponteira
RB 92579	4,4 a	19,6 b	2,2 a	9,7 b
RB-855035	1,0 a	14,0 bc	2,0 a	17,8 b
RB-951541	6,6 a	48,5 a	1,7 a	16,6 b
RB-867515	4,2 a	3,6 d	2,5 a	9,5 b
RB-041443	7,1 a	12,2 bc	4,8 a	18,1 a
CV 4	10,3 a	7,6 cd	4,3 a	16,5 a
RB-962962	6,1 a	7,7 cd	2,6 a	8,6 b
MÉDIA (%)	5,5	16,2	2,9	13,8
CV (%)	74,1	17,7	84,6	10,0

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste Tukey 5% ($P < 0,05$).

Houve correlação forte e negativa entre lignina e DEG MS 24 horas (Figura 1). Apesar dos efeitos negativos sobre a digestibilidade, este composto tem forte correlação com a produção de matéria seca da cana-de-açúcar, o que favorece a resistência das estruturas de sustentação (MARTINS & LANDELL, 1995).

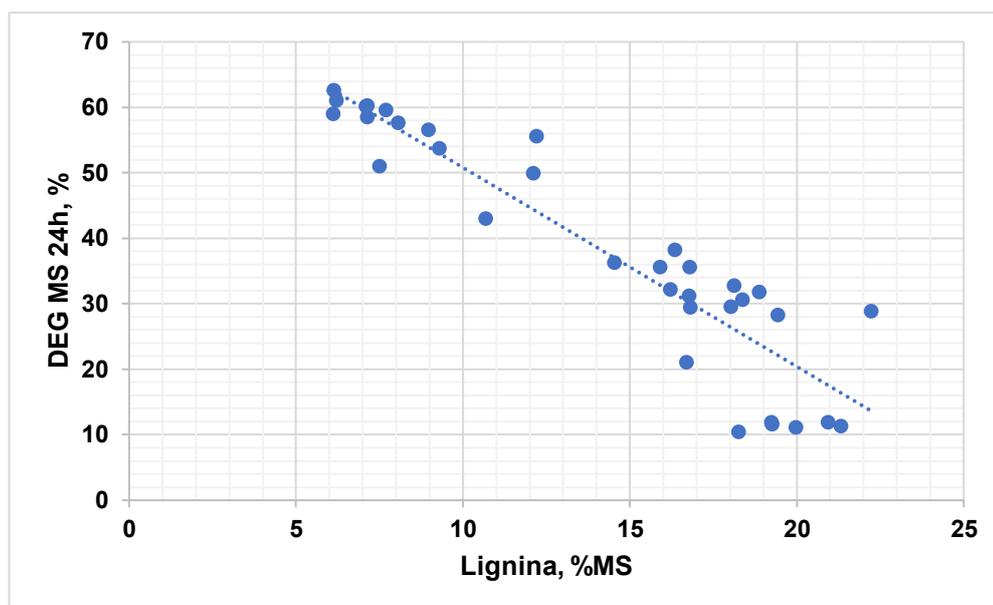


Figura 1- Correlação entre a degradabilidade da matéria seca (DEG MS) 24h e a lignina Klason dos componentes da cana (%MS). [Degradabilidade da matéria seca em 24h (%) = $81,21 - 3,04 * \text{Lignina (\%MS)}$; $r^2 = 0,85$].

A sílica, identificada aqui como CIPE, também impactou negativamente a DEG MS 24h ($r = -0,76$), no entanto, com menor influência que a lignina (Figura 2).

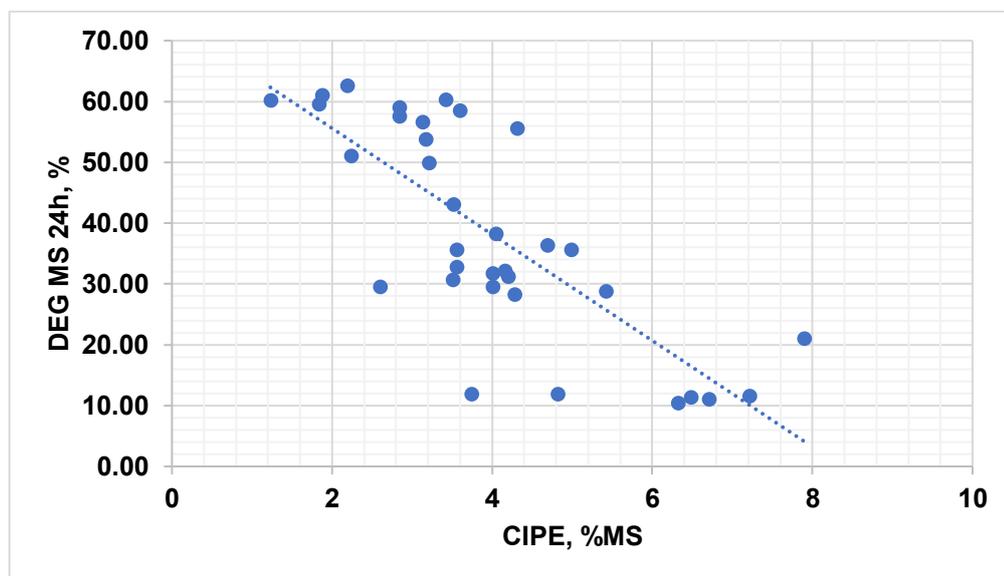


Figura 2- Correlação entre a degradabilidade da MS (DEG MS) 24h e a cinza insolúvel em permanganato (CIPE) dos componentes da cana (%MS). [Degradabilidade da matéria seca em 24h (%) = $73,14 - 8,92 * \text{Lignina (\%MS)}$; $r^2 = 0,58$].

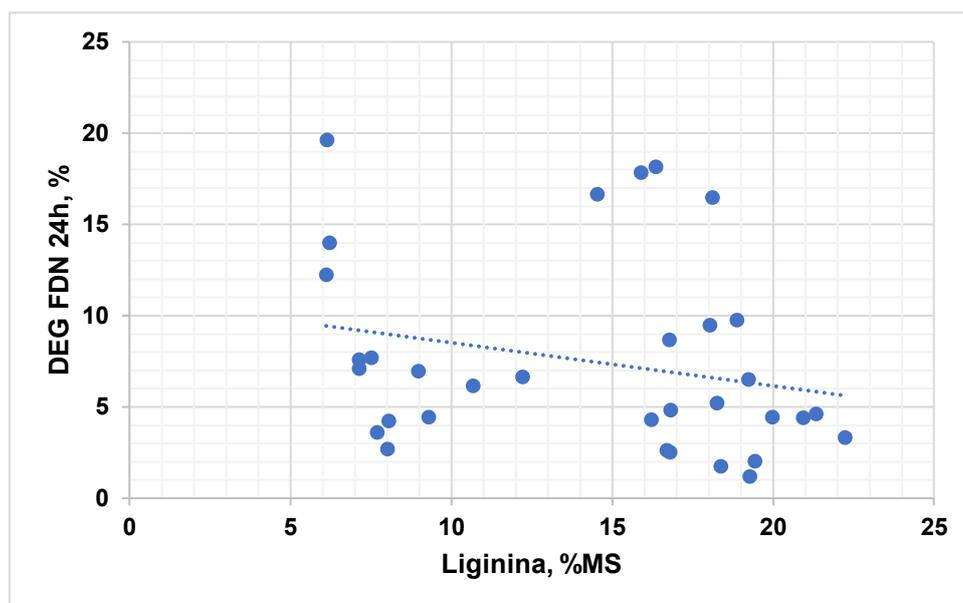


Figura 3- Correlação entre a degradabilidade da FDN (DEG FDN) 24h e a lignina dos componentes da cana (%MS). [Degradabilidade da fibra em detergente neutro 24h (%) = $10,8 - 0,23 * \text{Lignina} (\%MS)$; $r^2 = 0,06$].

A DEG FDN apresentou associação significativa ($P=0,03$) e negativa com a sílica ($r = -0,39$). Desse modo, a sílica foi mais limitante para a FDN de rápida degradação que a lignina (Figura 4). Usando a espectrometria de fluorescência de raios-X com micro energia dispersiva para determinação de sílica, Daniel et al., (2017) não encontraram associação significativa entre sílica e DEG FDN. Considerando que a menor parte da FDN da planta vem das folhas, entende-se a motivação para as fracas associações com a sílica.

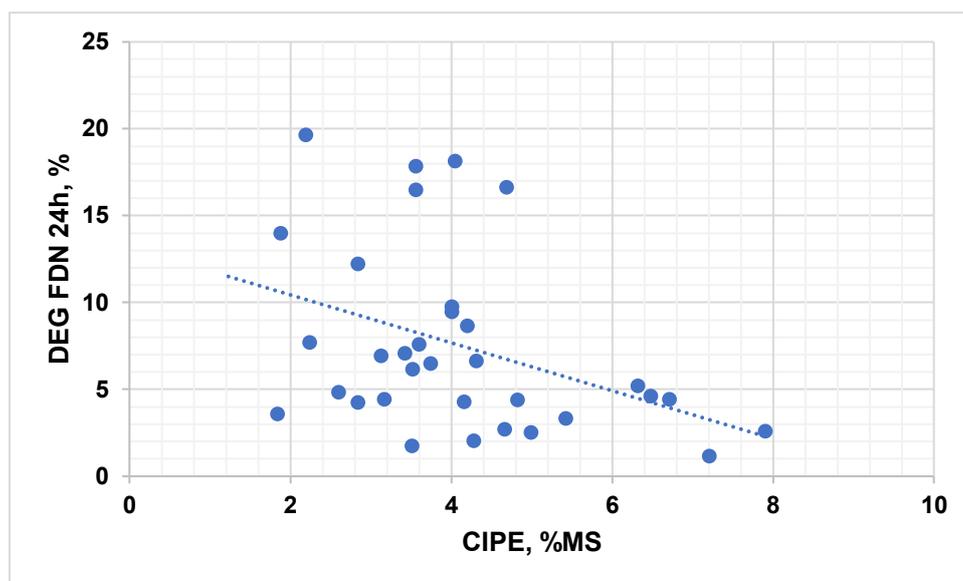


Figura 4- Correlação entre a degradabilidade da FDN (DEG FDN) 24h e a cinza insolúvel em permanganato (CIPE) dos componentes da cana (%MS). [Degradabilidade da fibra em detergente neutro (%) = $12,95 - 1,34 * \text{Lignina (\%MS)}$; $r^2 = 0,15$].

Sílica e lignina podem afetar também outras frações da FDN da cana-de-açúcar, em função da forte correlação negativa com a FDNu desta forragem (DAMASCENO et al., 2019).

6 CONCLUSÕES

A DEG MS em 24 horas de incubação dos componentes da cana-de-açúcar cultivada sob irrigação é mais afetada por lignina que por sílica, diferentemente para a DEG FDN, onde a sílica é mais determinante que lignina.

A casca do colmo é o componente da planta com pior DEG FDN em 24 horas e sua remoção aumenta o valor nutritivo dessa forragem.

As variedades RB-951541, RB-867515, RB-041443 e CV – 4 são mais indicadas para dieta de bovinos leiteiros em função das melhores DEG MS do colmo integral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating cattle. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1598-1624, 2000.

ANDRADE, M. A. F.; PEREIRA, M. N. Performance of Holstein heifers on fresh sugarcane as the only dietary forage. **Journal of Dairy Science**, Madison, v. 82, n. 91,

BARBOSA, F. S. **Resistência à seca em cana-de-açúcar para diferentes níveis de disponibilidade hídrica no solo**. 2010. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Piracicaba, 2010.

BONOMO, P.; CARDOSO, C. M. M.; PEDREIRA, M. S. et al. Potencial forrageiro de variedades de cana-de-açúcar para alimentação de ruminantes. **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, v.31, n.1, p.53-59, 2009.

CARVALHO, M.V.; RODRIGUES, P.H.M.; LIMA, M.L.P. et al. 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.

CATTIVELLI, L. Drought tolerance improvement in crop plants: an integrated view from breeding to genomics. **Field Crops Research**, v.105, p.1-14, 2008.

CORRÊA, C. E. S.; PEREIRA, M. N.; OLIVEIRA, S. G. et al. Performance of holstein cows fed sugarcane or corn silages of different grain textures. **Scientia Agricola**, v.60, n.4, p.621-629, 2003.

CORRÊA, C. E. S.; PEREIRA, M. N.; RAMOS, M. H. et al. Performance of dairy cows fed corn silage differing in kernel texture or sugarcane as the dietary forage. **Journal of Dairy Science**, Madison, v. 83, p. 119, 2001.

COSTA M. G.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO S. C. et al. Desempenho produtivo de vacas leiteiras alimentadas com diferentes proporções de cana-de-açúcar e concentrado ou silagem de milho na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n34, p. 2437–2445, 2005.

COSTA, P. M.; DAMASCENO, P. J. S.; SILVA, I. V. et al. Determinação das cinzas insolúveis dos componentes da cana-de-açúcar por diferentes métodos. In: I Simpósio Internacional de Produção e Nutrição de Gado de Leite, 1, 2019, Uberlândia. **Anais do IX Simpósio Mineiro de Nutrição de Gado de Leite**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2019a, p. 207.

COSTA, P. M.; FERREIRA, A. N.; DAMASCENO, P. J. S. et al. Concentrações de lignina nos componentes da cana-de-açúcar determinada por diferentes métodos. In: I Simpósio Internacional de Produção e Nutrição de Gado de Leite, 1, 2019, Uberlândia. **Anais do IX Simpósio Mineiro de Nutrição de Gado de Leite**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2019b, p.189.

DALRI, A. B. **Avaliação da produtividade da cana-de-açúcar irrigada por gotejamento subsuperficial nos três primeiros ciclos**. 2004. 89 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

DAMASCENO, P. J. S.; SILVA, I. V.; COSTA, O. M. et al. Aumento na degradabilidade da fibra dos colmos da cana-de-açúcar em função do descascamento. In: I Simpósio Internacional de Produção e Nutrição de Gado de Leite, 1, 2019, Uberlândia. **Anais do IX Simpósio Mineiro de Nutrição de Gado de Leite**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2019, p.166.

DAMASCENO, P. J. S.; LEITE, M. L.; COSTA P. M. et al. Degradabilidade da MS e da FDN dos componentes da planta da cana-de-açúcar de primeiro ciclo cultivada em sequeiro. In: Congresso Nordeste de Produção Animal, 7., 2018, João Pessoa. **Anais do Congresso Nordeste de Produção Animal**. Areia: SNPA, 2018. p.535.

DANIEL, J. L. P.; JACOVACI, F. A.; JUNGES, D. et al. Fibre digestibility and its relationships with chemical and morphological traits in thirty-two sugarcane varieties. **Grass and Forage Science**, n.72, p.545–555, 2017.

DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C. et al. **Métodos para análise de alimentos**. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Visconde do Rio Branco: Suprema, p.214, 2012.

GALLO, P. C. S.; PEREIRA, M. N.; CAMPOS, G. P. et al. Effects of neutral detergent fiber concentration of sugarcane-based diets on the performance of Holstein heifers. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.40, n.2, p.947-956, 2019.

GAVA, G. J. G. et al. Produtividade de três cultivares de cana-de-açúcar sob manejos de sequeiro e irrigado por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.3, p. 250-255, 2011.

HOOVER, W. H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.10, p.2755-2766, 1986.

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

KHAN, M. A.; BACH, A.; WEARY, D. M. et al. Invited review: transitioning from milk to solid feed in dairy heifers. **Journal of Dairy Science**, Madison, v.99, n.2, p.885-902, 2016.

KORNDORFER, G.H.; COELHO, N.M.; SNYDER, G.H. et al. Avaliação de métodos de extração de silício em solos cultivados com arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Uberlândia, v.23, p.101-106, 1999.

LEITE, M. R. L. **Desempenho Agrônômica e digestibilidade ruminal de genótipos de cana-de-açúcar cultivadas em regime de sequeiro**. 2017. 59 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Chapadinha, 2017.

MARTINS L. M. & LANDELL M. G. A. **Conceitos e critérios para avaliação experimental em cana-de-açúcar utilizados no Programa Cana IAC**. Pindorama, Brazil: Instituto Agrônomo – IAC, p.45, 1995.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (ED) forage quality, evaluation, and utilization. **Madison: American Society of Agronomy**, p.450–493, 1994.

MORAES, K. A. K.; VALADARES FILHO, S. C.; MORAES, E. H. B. K. et al. Calcium oxide levels in sugarcane silage, fresh sugarcane or corn silage for feedlot Nellore heifers. **The Journal of Animal and Plant Science**, Pakistan, v.25, n.4, p.989-996, 2015.

MOREIRA J. F. C.; RODRÍGUEZ N. M.; FERNANDES P. C. C. et al. Concentrados proteicos para bovinos: Digestibilidade in situ da matéria seca e da proteína bruta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.3, 2003.

MORENO-FONCECA, L. P. **Respuesta de las plantas alestrés por déficit hídrico: una revisión**. **Agronomía Colombiana**, v. 27, p.179-191, 2009.

MOURA, M. V. P. S.; FARIAS, C. H. A.; AZEVEDO, C. A. V. et al. Doses de adubação nitrogenada e potássica em cobertura na cultura da cana-de-açúcar, primeira soca, com e sem irrigação. **Ciência Agrotécnica**, v. 29, n. 4, p. 753-760, 2005.

NETO, H. F. S. **Qualidade da cana-de-açúcar avaliada nas partes do colmo**. / Hélio Francisco da Silva Neto. 2014. 141 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2014.

OLIVEIRA, A. S.; DETMANN, E.; CAMPOS, J.M.S. et al. Meta-análise do impacto da fibra em detergente neutro sobre o consumo, a digestibilidade e o desempenho de vacas leiteiras em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.7, p.1587-1595, 2011.

PEREIRA, M.N.; COSTA, H.N.; MELO, R.P. et al. 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.

RAFFRENATO, E.; FIEVISOHN, R.; COTANCH, K. W. et al. Effect of lignin linkages with other plant cell wall components on in vitro and in vivo neutral detergent fiber digestibility and rate of digestion of grass forages. **Journal of Dairy Science**, v.100, n.10, 2017.

SÁ NETO, A.; BISPO, A. W.; JUNGES, D. et al. Exchanging physically effective neutral detergent fiber does not affect chewing activity and performance of late-lactation dairy cows fed corn and sugarcane silages. **Journal of Dairy Science**, Madison, v. 97, n.11, p.7012-7020, 2014.

SIÉCOLA JÚNIOR, S.; BITENCOURT, L.L.; MELO, L.Q. et al. Despalha da cana-de-açúcar e desempenho de novilhas e vacas leiteiras. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.1, p.219-228, 2014.

SILVA, M. de A.; SOARES, R. A. B.; LANDELL, M. G. A. et al. Agronomic performance of sugarcane families in response to water stress. **Bragantia**, v.67, p.656-661, 2008.

SMIT, M. A.; SINGELS, A. The response of sugarcane canopy development to water stress. **Field Crops Research**, v.98, p.91-97, 2006.

SOBRINHO, O. P. L.; SILVA, G. S.; PEREIRA, A. L. S. et al. A cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) e o manejo da irrigação. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**. Maringá (PR), v12, n4, p.1605-1625, 2019.

TEIXEIRA, C. B.; RAMOS, M. H.; SANTOS J. F. et al. 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.