



UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL

LUCAS OLIVEIRA REIS

ESTRATÉGIAS DE MANEJO DE ALTURA DA *MORINGA*
***OLEIFERA* PARA PRODUÇÃO DE BIOMASSA E USO DO**
FENO NA ENSILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR

Petrolina - PE

2018

LUCAS OLIVEIRA REIS

**ESTRATÉGIAS DE MANEJO DE ALTURA DA *MORINGA*
OLEIFERA PARA PRODUÇÃO DE BIOMASSA E USO DO
FENO NA ENSILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal do *Campus* de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Agronomia – Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Mário Adriano Àvila Queiroz

Co-orientador: Prof. Dr. Wagner Pereira Felix

Petrolina - PE

2018

Reis, Lucas Oliveira
R375e Estratégias de manejo de altura da moringa oleífera para produção de biomassa e uso do feno na ensilagem de cana-de-açúcar / Lucas Oliveira Reis. -- Petrolina, 2019.
71 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus de Ciências Agrárias, Petrolina - PE, 2019.

Orientador: Prof. Dr. Mário Adriano Àvila Queiroz.

Referências.

1. Silagem. 2. Nutrição animal. 3. Cana de açúcar I. Título. II. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 636.0852

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

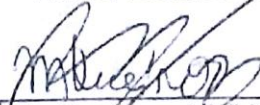
LUCAS OLIVEIRA REIS

ESTRATÉGIAS DE MANEJO DE ALTURA DA *MORINGA OLEIFERA* PARA
PRODUÇÃO DE BIOMASSA E USO DO FENO NA ENSILAGEM DE CANA-DE-
AÇÚCAR

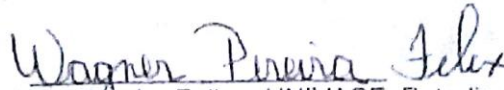
Dissertação apresentada como
requisito parcial para obtenção do
título de Mestre em Agronomia –
Produção Vegetal, pela Universidade
Federal do Vale do São Francisco.

Aprovada em: 14 de novembro de 2018.

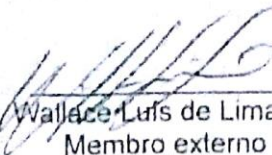
Banca Examinadora



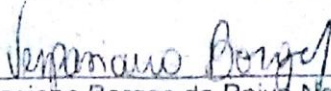
Prof. Dr. Mário Adriano Ávila Queiroz – UNIVASF, Petrolina-PE - Orientador
Membro interno - UNIVASF



Prof. Dr. Wagner Pejeira Felix – UNIVASF, Petrolina-PE
Membro externo - UNIVASF



Prof. Dr. Wallace Luis de Lima – IFES, Alegre-ES
Membro externo - IFES



Prof. Dr. Vespasiano Borges de Paiva Neto, Petrolina-PE
Membro interno - UNIVASF

Aos meus pais, M^a Cleide e Lourenço (*in
memorian*);

Meus irmãos, Jonas e Antônio;

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas oportunidades que me foram dadas nesta trajetória, suprimindo todas as minhas necessidades e permitindo mais esta conquista. À minha mãe, Maria Cleide e ao meu pai, Lourenço Carvalho (*in memoriam*) que sempre acreditaram em mim. Sem a participação de vocês eu nunca teria chegado até aqui. À minha família pelo apoio e confiança em minhas decisões, em especial aos meus tios Amilton Sena e Osvaldo Ramos pelo apoio dado durante a minha caminhada na academia.

Aos amigos Timóteo, Ana Glicia, Bruno Augusto, Damião Bonfim, Pedro Filho, Cleildes Ferreira, Geraldo Gabriel, Adeilson Melo, Tamara Madalena, Luciano Oliveira, Mariana Dias, Jonas Reis, Ery Jonhons, Arquinor, Gledyson, Antônio Reis e Higor Fábio, pelo apoio nos trabalhos realizados e ao Mestre Claudio Mistura (*in memoriam*).

Ao meu orientador, professor Mário Queiroz agradeço pelo incentivo, motivação e pela grande amizade construída e contribuição nesta jornada, para alcançar minha realização profissional. Ao Sítio Campo Alegre no município de Casa Nova-BA que doou as sementes de moringa. Aos docentes do curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal (CPGPV) pela contribuição de cada um nessa etapa de formação.

À Rosangela por toda assistência, dedicação e carinho para com todos. A disposição e apoio de Augusto Henryque e funcionários do CAA, bem como, aos membros do Laboratório de Exigência e Metabolismo Animal (LEMA) pelo espaço e apoio nas atividades realizadas.

À minha namorada Leilta Gonçalves da Penha pelo carinho, apoio, incentivo e por tornar a minha vida mais feliz e completa.

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pela concessão da bolsa. A Universidade Federal do Vale do São Francisco e ao CPGPV pelo espaço e contribuição.

Ao DTCS da Universidade do Estado da Bahia - Campus III, na pessoa do Prof. Dr. Jairton Fraga Araújo, pelo espaço cedido para realização do projeto de pesquisa.

Venho aqui fazer meus sinceros agradecimentos às pessoas acima citadas, que de maneira direta ou indireta contribuíram com meu trabalho nessa nova e importante etapa da minha vida.

RESUMO

Para avaliar a capacidade produtiva da moringa (*Moringa oleifera* Lam.) e o potencial do feno na ensilagem de cana-de-açúcar, foram confeccionados dois capítulos com os seguintes objetivos: Capítulo 1: avaliar diferentes alturas de desponete e corte na *Moringa oleifera* Lam. em dois experimentos, visando a determinação das características produtivas e estruturais; Capítulo 2: avaliar os efeitos dos níveis de inclusão do feno de moringa (0, 10, 20 e 30%) na ensilagem da cana-de-açúcar sobre o padrão de fermentação. A primeira fase experimental correspondeu ao cultivo da moringa em dois experimentos, sendo avaliado o 1° e 3° corte, que apresentou os seguintes tratamentos: o experimento 1: diferentes alturas de desponete (retirada do meristema apical da planta), de 60, 80, 100 e 120 cm; experimento 2: consistiu em três tratamentos com aplicação de cortes: corte a 120 cm de altura do solo (120 cm); corte deixando sete folhas na planta (103D-7F), sendo ambos tratamentos com 103 dias de idade após plantio; e corte deixando sete folhas na planta com 81 dias de idade após plantio (81D-7F), ambos experimentos em Delineamento em Blocos Casualizado (DBC) com cinco repetições. Obteve-se o feno da moringa através da biomassa aérea (ramos), para posteriormente ser incorporado a cana-de-açúcar ensilada, em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com cinco repetições, durante 60 dias. No capítulo 1, avaliou-se as características produtivas e estruturais e a relação do uso da água. No Capítulo 2, avaliou-se após a abertura da silagem as características fermentativas, concentrações de ácidos orgânicos (ácidos acético, propiônico, láctico e butírico), matéria seca, densidade, pH e composição químico-bromatológica. Os dados dos ensaios experimentais foram analisados por meio de análise de variância ($P < 0,05$) e as médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade utilizando-se o software Statistical Analysis System (SAS). Conclui-se que o desponete realizado no meristema apical na altura de corte de 100 cm do solo apresentou os melhores resultados semelhantes ao de 120 cm, quanto ao rendimento produtivo nos dois cortes, visando a manter os melhores rendimentos produtivos aliado aos ganhos econômicos, e à redução com os gastos culturais. Portanto, a altura de desponete de 100 cm é o mais indicado de acordo com a metodologia adotada. Quanto ao experimento 2 os tratamentos de altura de corte, 120 cm e 81D-7F apresentaram os melhores resultados para acumulação de biomassa aérea da moringa. Não houve diferença ($P < 0,05$) para a relação do uso da água entre os tratamentos em ambos experimentos nos dois ciclos de cortes. O tratamento com 30% de inclusão do feno de moringa na ensilagem de cana-de-açúcar reduziu as perdas fermentativas, a produção de etanol e proporcionou aumento nas características nutricionais, principalmente no teor proteico e energético.

Palavras-chave: altura de corte. silagem. alimentação animal. fonte proteica. cana-de-açúcar.

ABSTRACT

To evaluate the productive capacity of moringa (*Moringa Oleifera* Lam.) and the potential of hay in sugar cane ensilage, two chapters were prepared with the following objectives: Chapter 1: assessing different lopping heights and cut in *Moringa Oleifera* Lam. in two experiments, aiming the determination of the productive and structural characteristics; Chapter 2: assess the effects of the levels of inclusion of moringa hay (0, 10, 20, 30, 40%) in the ensilage of sugar cane on the fermentation pattern. The first experimental phase corresponded to the cultivation of moringa in two experiments, being evaluated the 1st and 3rd court, which presented the following treatments: experiment 1: different lopping heights (removal of the apical meristem from the plant), of 60, 80, 100 and 120 cm; experiment 2: consisted of three treatments with application of cuts: cut to 120 cm soil height (120 cm); cutting leaving seven leaves in the plant (103D-7F), being both treatments with 103 days of age after planting; And cut leaving seven leaves in the plant with 81 days of age after planting (81D-7F), both experiments in randomized block design (DBC) with five replications. We obtained the hay moringa through the aerial biomass (branches), to later be incorporated sugar cane ensiled, In a completely randomized design (DIC), with five repetitions, during 60 days. In chapter 1, it was evaluated the productive and structural characteristics and the relationship of water use. In chapter 2, The fermentative characteristics, concentrations of organic acids (acetic, propionic, lactic and butyric acids), dry matter, density, pH and chemical-bromatological composition were evaluated after the silage was opened. The experimental data were analyzed by means of analysis of variance ($P < 0.05$) and the averages compared by Tukey test a at 5% probability level using the software Statistical Analysis System (SAS). It was concluded that the debridging performed in the apical meristem at the cutting height of 100 cm of the soil presented the best results similar to that of 120 cm, regarding the productive yield in the two cuts, aiming to maintain the best productive yields allied to the economic gains, and the reduction with cultural expenditures. So, the lopping height 100 cm is the most indicated according to the methodology adopted. As for experiment 2, the treatments of cutting height, 120 cm and 81D-7F presented the best the best results for accumulation of aerial biomass of moringa. There was no difference ($P < 0.05$) for the relation of water use between treatments in both experiments in the two cycles of cuts. The treatment with 30% inclusion of the moringa hay in sugar cane ensilage reduced fermentative losses, ethanol production and provided increase in characteristic nutritional, mainly in the protein content and energetic.

Key-words: cutting height. silage. animal feed. proteic source. sugar cane.

Lista de figuras e quadro

Capítulo 1	Pág.
Figura 1 – Precipitação mensal e umidade média relativa do ar (A); evapotranspiração de referência (ET _o) e radiação global média (B) e temperaturas máximas, mínimas e médias mensais (C), durante o período de experimentação.....	35
Figura 2 – Delineamento da área experimental.....	35
Quadro 1 – Resultado da análise química do solo da área experimental.....	33

Lista de tabelas

Capítulo 1	Pág.
Tabela 1 – Quantidade de fertilizantes químicos aplicados na cultura de moringa.....	35
Tabela 2 – Características estruturais dos diferentes tratamentos de altura de corte do primeiro corte da moringa.....	39
Tabela 3 – Características estruturais dos diferentes tratamentos de altura de corte do terceiro corte da moringa.....	40
Tabela 4 – Características produtivas dos diferentes tratamentos de altura de corte do primeiro corte da moringa.....	41
Tabela 5 – Características produtivas dos diferentes tratamentos de altura de corte do terceiro corte da moringa.....	42
Tabela 6 – Relação do uso da água na produção de biomassa sob cultivo irrigado para o primeiro e terceiro corte da moringa.....	42
Tabela 7 – Características estruturais dos diferentes tratamentos do manejo de corte do primeiro corte da moringa.....	45
Tabela 8 – Características estruturais dos diferentes tratamentos de manejo de corte do terceiro corte da moringa.....	45
Tabela 9 – Características produtivas dos diferentes tratamentos do manejo de corte do primeiro corte da moringa.....	46
Tabela 10 – Características produtivas dos diferentes tratamentos do manejo de corte do terceiro corte da moringa.....	47
Tabela 11 – Relação do uso da água na produção de biomassa sob cultivo irrigado no Submédio do São Francisco primeiro e terceiro corte <i>Moringa oleifera</i>	48
Capítulo 2	
Tabela 1 - Médias dos valores de densidade, perdas de gás, perda total, recuperação da matéria seca e matéria seca de silagens de cana-de-açúcar com moringa.....	58
Tabela 2 - pH, ácidos graxos e etanol de silagens de cana-de-açúcar com moringa..	59
Tabela 3 – Teores médios de Proteína Bruta (PB), Material Mineral (MM), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA) e Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) de silagens de cana-de-açúcar com inclusão de diferentes níveis de feno de moringa.....	60

Lista de abreviaturas e siglas

%	Porcentagem
<	Menor que
>	Maior que
BAL	Bactérias produtoras de ácido láctico
CS	Carboidratos solúvel
Cv	Cultivar
DIC	Delineamento Inteiramente Casualizado
EPM	Erro padrão da média
Eto	Evapotranspiração de referência
RUA	Relação do uso da água
FDA	Fibra insolúvel em detergente ácido
FDN	Fibra insolúvel em detergente neutro
G	Gramma
g/unid.área	Gramma por unidade de área
K	Potássio
kg	Quilograma
kg/ha	Quilograma por hectare
kg/ha/dia	Quilograma por hectare dia
kg/t de MV	Quilograma por tonelada de matéria verde
kPa	Unidade de pressão Kilopascal
l	Litros
l/kg	Litros por quilograma
m	Metro
m ²	Metro quadrado
m ³	Metro cúbico
MM	Matéria mineral
mm	Milímetro
mm/dia	Milímetro por dia
MS	Matéria Seca

MV/m ³	Massa verde por metro cúbico
N	Nitrogênio
NDT	Nutrientes digestíveis totais
°C	Graus Celsius
P	Fósforo
PB	Proteína bruta
pH	Potencial hidrogeniônico
pH-metro	Potenciômetro digital
PMF	Produção de matéria fresca
PMFPA/ha	Produção de matéria fresca da parte aérea por hectare
PMS	Produção de matéria seca
PMS/dia	Produção de matéria seca por dia
PMS-C	Produção de matéria seca do caule
PMS-C/Plt	Produção de matéria seca do caule por planta
PMS-F	Produção de matéria seca da folha
PMS-F/Plt	Produção de matéria seca da folha por planta
PMS-PA	Produção de matéria seca da parte aérea
PMSPA/ha	Produção de matéria seca da parte aérea por hectare
R _L -F/C	Relação folha caule
ton	Tonelada
ton/ha	Tonelada por hectare
Vol. água prod. MS	Volume de água na produção de matéria seca

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1. ORIGEM E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA <i>MORINGA OLEIFERA</i> LAM. E OS SEUS USOS	16
2.2. MANEJO DE PODA DA MORINGA E FORMAÇÃO DE COPA	18
2.3. MORINGA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL	19
2.4. POTENCIAL PRODUTIVO DA CANA-DE-AÇÚCAR	20
2.5. ENTRAVE NA UTILIZAÇÃO EXCLUSIVA DA CANA-DE-AÇÚCAR	21
2.6. CANA-DE-AÇÚCAR ENSILADA E A NECESSIDADE DO USO DE ADITIVOS	22
3. HIPÓTESE CIENTÍFICA	23
4. OBJETIVOS	24
4.1. GERAL	24
4.2. ESPECÍFICOS	24
5. REFERÊNCIAS	24
6. CAPÍTULO 1: ESTRATÉGIAS DE MANEJO DE ALTURA DE CORTE DE <i>MORINGA OLEIFERA</i> LAM. IRRIGADA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO	30
RESUMO:	30
INTRODUÇÃO	31
MATERIAL E MÉTODOS	32
LOCALIDADE	32
EXPERIMENTO 1	36
EXPERIMENTO 2	36
VARIÁVEIS ANALISADAS PARA AS CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E PRODUTIVAS	37
ESTATÍSTICA EXPERIMENTAL	38
RESULTADOS	39
EXPERIMENTO 1: CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS	39
CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS	41
RELAÇÃO DO USO DA ÁGUA	42
DISCUSSÃO	43
CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS, PRODUTIVAS E RELAÇÃO DO USO DA ÁGUA NA CULTURA DA <i>MORINGA OLEIFERA</i> LAM.	43
RESULTADOS	45
EXPERIMENTO 2: CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS	45
CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS	46
RELAÇÃO DO USO DA ÁGUA	48
DISCUSSÃO	48
CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS, PRODUTIVAS E RELAÇÃO DO USO DA ÁGUA NA CULTURA DA <i>MORINGA OLEIFERA</i> LAM.	48
CONCLUSÃO	50

REFERÊNCIAS.....	50
7. CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS NA ENSILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR COM FENO DE <i>MORINGA OLEIFERA</i> LAM.....	53
RESUMO:.....	53
INTRODUÇÃO	54
MATERIAL E MÉTODOS	55
RESULTADOS	58
DISCUSSÃO	60
CONCLUSÃO.....	65
REFERÊNCIAS.....	65
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
ANEXOS	

1. INTRODUÇÃO

A pecuária praticada no semiárido brasileiro é extremamente dependente da pastagem nativa do bioma Caatinga, que apresenta capacidade de suporte reduzida em decorrência da baixa disponibilidade de forragem e do manejo inadequado das espécies forrageiras.

Desta forma, uma alternativa encontrada pelos produtores para minimizar tais problemas é a utilização de plantas forrageiras, que se devidamente manejadas e adubadas, podem apresentar boa persistência e inclusive elevar o seu nível de produtividade, permanecendo sustentáveis por muitos anos. Com grande potencial forrageiro, a moringa (*Moringa oleifera* Lam.), pertencente à família Moringaceae, é uma espécie arbórea, nativa dos países das regiões do sub-Himalaia, tais como a Índia, o Paquistão e Bangladesh, e está introduzida no nordeste do Brasil para ser usada como fonte de proteínas para os animais, especialmente as folhas (FARIAS et al., 2008). A temperatura ambiente ótima para seu crescimento encontra-se em torno de 25-35°C, podendo tolerar temperaturas momentâneas de até 48°C (GAZA, 2007). Okuda et al. (2001) mencionam as quantidades representativas de cálcio, ferro e proteínas, além de ser considerada uma importante fonte de suplementação de potássio, cobre e vitaminas do complexo B. A moringa possui características favoráveis ao cultivo por atingir o ponto de corte para forragem em um curto espaço de tempo e apresentar ramos flexíveis, o que facilita seu manejo de corte e consumo pelos animais.

No entanto, existem poucos estudos disponíveis sobre a altura de corte da moringa visando o manejo adequado desta cultura para que bons rendimentos sejam alcançados e garantam a persistência por longos ciclos. Além disso, a preferência dos pecuaristas, na maioria das vezes, na produção de forragem é por gramíneas de alta produção como o milho, sorgo, capim elefante e a cana, fornecidas *in natura* ou na forma de silagens.

Todavia, o baixo teor proteico destas gramíneas, limita a sua utilização exclusiva para animais de altas exigências nutricionais. Uma alternativa viável para se melhorar a qualidade dessas forrageiras, é a participação de plantas com alto teor de proteína em silagens na forma de aditivo, por aumentar o teor proteico da dieta e fornecer

maiores quantidades de cálcio e fósforo, diminuindo a necessidade de suplementação.

O uso de aditivos na silagem de cana-de-açúcar, tem o intuito de auxiliar na fermentação e redução das perdas por efluente, promover acréscimo no teor proteico e decréscimo dos percentuais de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA).

A *Moringa oleifera* Lam. é uma planta forrageira, que quando utilizada na forma de feno, pode ser usada como aditivo proteico e dessecante, visto o seu potencial forrageiro e valor nutricional.

Baseando-se nessa premissa, procedeu-se ao estudo das alturas de desponete e corte, avaliando diferentes estratégias de condução da planta, com a finalidade para obtenção da biomassa aérea da moringa, e assim, utilizar a mesma na forma de feno na ensilagem de cana-de-açúcar para à alimentação animal.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Origem e composição química da *Moringa oleifera* Lam. e os seus usos

A *Moringa oleifera* Lam. é uma hortaliça arbórea não convencional, pertencente à família das Moringaceae que é composta de um único gênero (*Moringa*) com um total de quatorze espécies conhecidas (OLIVEIRA, 2017). Trata-se de uma espécie arbórea rústica, adaptada às condições climáticas dos trópicos e tolerante à seca (SILVA et al., 2011).

No Brasil, foi introduzida como planta ornamental por volta de 1950 e desde então, tem sido difundida devido ao seu alto valor nutricional, principalmente em relação às folhas, que são importantes fontes de vitamina A, C e ferro (BARRETO et al., 2009). No Brasil os primeiros registros de frutos obtidos pelo plantio da moringa foram no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, em seguida foram disseminadas principalmente na região nordeste, em regiões áridas e semiáridas, as quais possuem precipitações anuais abaixo de 300 milímetros, onde é conhecida como Lírio Branco ou Acácia-Branca, no entanto, pode ser encontrada em praticamente em todo o território brasileiro, devido a ampla divulgação dos seus usos e das campanhas de doação de sementes (SIGUEMOTO, 2013).

A moringa vem sendo cultivada e difundida em toda a área denominada “polígono das secas”, devido, principalmente, a sua utilização no tratamento de água para uso doméstico, uma vez que seu efeito coagulante, servindo para clarificar água, é muito conhecido (GALLÃO et al., 2006). É uma espécie que é alternativa para estas regiões, podendo ser utilizada na agricultura familiar como fonte de suplemento alimentar, como planta medicinal e como fonte de óleo contido em suas sementes (RABBANI et al., 2012). Por esse motivo a espécie vem se tornando uma opção para produção (PHIRI & MBEWE, 2010; BAKKE et al., 2010), e torna-se ainda mais atrativa por ser de fácil cultivo e baixo custo de produção (OKUDA et al., 2001 e FERREIRA et al., 2008b).

De acordo com Ferreira et al. (2008a), vários são os usos da moringa: como forrageira (folhas, frutos e sementes); medicinal (todas as partes da planta); condimentar (principalmente as raízes); culinário; na indústria de cosméticos (óleo extraído das sementes); melífero (flores); e como combustível (madeira e óleo). Os frutos, sementes e folhas são consumidas tanto na alimentação humana quanto animal (KAFUKU; MBARAWA, 2010; RASHID et al., 2011) devido a sua boa palatabilidade.

A Moringa é resistente a pragas e atinge o ponto de corte para forragem com seis meses após plantio, apresentando elevada taxa de crescimento e produção de biomassa comestível, com produção superior a 15 toneladas de matéria seca por hectare ao ano (KARADI et al., 2006). É uma árvore de crescimento rápido podendo alcançar 12 metros de altura quando na maturidade e produz 88 ton/ha/ano de matéria fresca quando plantada em alta densidade para ser utilizada como forragem (MENDIETA-ARAICA et al., 2009).

A composição químico-bromatológica do feno da *Moringa oleifera* tem 90% de matéria seca, 18,4% de proteína bruta, 19,47% de fibra em detergente neutro, 11,07% de fibra em detergente ácido, 6,94% de celulose, 8,40% de hemicelulose, 4,13% de lignina, 2,30% de extrato etéreo e 8,52% de matéria mineral, expressos em porcentagem na matéria seca (OLIVEIRA et al., 2017). Valores de proteína bruta das folhas variam de 16,7 a 32,1% (SOLIVA et al., 2005; ELKHALIFA et al., 2007).

Para cálcio a variação encontrada foi de 2 a 2,7% (ELKHALIFA et al., 2007b; KAKENGI et al., 2007). As folhas de moringa são ricas em cálcio, contudo 38% deste cálcio não pode ser absorvido, pois está na forma de oxalato de cálcio (RADEK; SAVAGE, 2008). O cálcio na forma de oxalato não é assimilado pelo organismo e por

isso é excretado diretamente via urina. A quantidade de cálcio disponível nas folhas da moringa pode ser comparada a do cálcio do leite (13 mg/g) (USAID, 2006) o que justifica seu uso como suplemento alimentar em diversos países.

Quanto a energia metabolizável aparente da folha da moringa para aves de corte encontrado por Babiker (2012) foi de 2839 kcal/kg, superior a energia metabolizável aparente do farelo de soja (2254 kcal/kg) descrita por Rostagno et al. (2011). Contudo, Kakengi et al. (2007) avaliando a folha da *Moringa oleifera* para poedeiras encontraram baixos valores de energia metabolizável de 1878 kcal/kg. A moringueira apresenta entre seus constituintes químicos os ácidos fenólicos (gálico, caféico, clorogênico, elágico e ferúlico), os polifenóis catequina e epicatequina, além dos flavonoides (campferol, quercetina e rutina), substâncias com atividade antioxidante relevante atribuída à capacidade de sequestrarem radicais, além de serem excelentes quelantes de metais (VERMA et al., 2009).

2.2. Manejo de poda da moringa e formação de copa

A moringa por ser uma espécie de reconhecido valor produtivo forrageiro e nutricional, está amplamente distribuída e adaptada a região nordeste brasileira. Por ainda não existir estudo detalhado do manejo de formação da copa, restringindo-se o conhecimento em cortes drásticos próximo ao solo (menores de 50 cm). Torna-se importante o estudo com maiores alturas de cortes, uma vez que, menores alturas de corte podem também comprometer a disponibilidade de reservas na planta, pois apesar das substâncias de reserva estarem mais concentradas no sistema radicular podem alocar-se ao longo da base do caule, tornando-se essencial na prevenção ou retardamento da morte da cepa (SAKAI et al., 1997). Assim, as reservas e nutrientes são necessários para ativação das gemas axilares das folhas, segundo Jackson (2003), a poda incrementa a disponibilidade de nitrogênio por gema e estimula o crescimento próximo ao ponto de corte, além do que, quando se poda parte de um ramo, estimula-se intensamente a região próxima do corte.

Moreira Filho et al. (2008) afirmaram que há uma relação direta entre altura de corte e número de brotações quando avaliaram o crescimento vegetativo da maniçoba submetido a diferentes manejos de solo, densidade de plantio e altura de corte,

corroborando a afirmativa de Shackleton (2000) de que a altura de corte pode restringir a capacidade de rebrota de algumas espécies arbóreas.

A poda de formação deve ser aplicada desde cedo, a árvores ainda de pequena dimensão, visando formar uma copa equilibrada e com a forma própria da espécie a que pertence (FABIÃO, 2006). Deve-se evitar a formação de uma flecha – comum em espécies com dominância do crescimento em altura (dominância apical), comportamento este, observado na forma de crescimento da moringa. As razões para se podar uma árvore podem ser variadas, mas estão todas relacionadas com a necessidade que temos de condicionar o desenvolvimento destas plantas por nossos motivos, do que com as necessidades da árvore, que pode perfeitamente sobreviver, crescer e reproduzir-se sem intervenção humana (FABIÃO, 2006; NUNES et al., 2010).

Considera-se também, que formas diferentes de condução da planta podem modificar sua composição nutricional e o consumo pelos animais. Visto que, segundo Lin et al. (2001) verificaram que as mudanças na morfologia das plantas têm sido relacionadas à alterações na digestibilidade da matéria seca, e na concentração de nutrientes. Entre as modificações morfológicas que interferem na quantidade e qualidade da forragem, pode-se destacar a área, o comprimento, a espessura e orientação da lâmina foliar, o comprimento do colmo, o número de folhas e a relação lâmina:colmo (GARCEZ NETO et al., 2010), são variáveis que podem diminuir a quantidade e a qualidade da forragem. A estrutura dessas plantas representa uma série de adaptações morfológicas pelas quais as forrageiras passam para melhor se ajustarem ao seu meio de cultivo (DA SILVA & NASCIMENTO JR., 2007). Variações na morfologia das plantas afetam outros fatores ligados à produção, além da distribuição de luz no dossel e da fotossíntese (PEQUENO, 2010). Assim, modificações estruturais na morfologia da *Moringa oleifera*, podem melhorar o seu potencial produtivo por meio de estratégias do manejo de poda e altura de corte, considerando as suas potencialidades.

2.3. Moringa na alimentação animal

A crescente demanda de alimentos de origem animal para a população tem levado produtores e pesquisadores à busca por novas alternativas de alimentação

para os animais (EZEQUIEL et al., 2005). Os mesmos autores concluem que os animais de grande porte, em especial os ruminantes, necessitam de duas grandes fontes de alimentação, o volumoso e o concentrado.

O consumo de forragem e outros alimentos fibrosos podem ser aumentados substancialmente por moagem e peletização, com a redução do tamanho de partícula e a ruptura da estrutura da parede celular aumentam a densidade do alimento (PEREIRA et al., 2009). Os mesmos autores salientam que ocorre também a redução do tempo de ruminação, com concomitante aumento do tempo disponível para alimentação e menor volume ruminal, devido a maior densidade.

Nas regiões caracterizadas pela estacionalidade na disponibilidade de forragens, a produção, o manejo e o armazenamento de volumosos, voltados aos aspectos quantitativos e qualitativos, exercem funções estratégicas na lucratividade das fazendas, pela diminuição das diferenças sazonais na oferta de forragens e menor requerimento de suplementações energéticas e/ou proteicas (ARAÚJO FILHO, 2008).

Oliveira et al. (2017) verificaram que o feno da moringa pode ser utilizado na dieta de bezerros lactentes pantaneiros. Podendo ser usada como aditivo proteico e dessecante, visto o seu potencial forrageiro, nutricional e atividade antioxidante. Em pesquisas realizadas em diversas partes do mundo com bovinos, suínos, ovinos, caprinos e aves foi constatado importantes incrementos no rendimento, tanto para o ganho de peso como produção de leite ao aplicar moringa como suplemento dietético (GONZÁLEZ, 2012). Verificou-se que a *Moringa oleífera* é uma alternativa de alimentação dos bezerros lactentes, com resultados positivos demonstrado para produção de leite (ALVES et al., 2015).

2.4. Potencial produtivo da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar sobressai-se na alimentação de ruminantes, pois possui alta produtividade de carboidratos que é armazenada naturalmente com o avanço do seu desenvolvimento, porém, com máximo de acúmulo ao final de sua maturação (CRUZ et al., 2014). E segundo os mesmos autores, esse processo está relacionado com o déficit hídrico que é acentuado na época seca, o que favorece a utilização dessa espécie como volumoso de alto valor energético na época de entressafra de forragem nas pastagens.

A principal vantagem da cana-de-açúcar é o seu elevado potencial para a produção de forragem, que pode superar 40 toneladas de matéria seca por hectare ao ano em regiões com condições ambientais adequadas para seu cultivo (VOLTOLINI et al., 2012). É um volumoso que tem se destacado na alimentação de bovinos, em razão da pequena taxa de risco em sua utilização, do baixo custo por unidade de matéria seca produzido, da manutenção do valor nutritivo, da maior disponibilidade no período de escassez de forragens nas pastagens e do melhor desempenho econômico em comparação a outras forrageiras, dependendo da categoria animal (NUSSIO, 2003).

2.5. Entrave na utilização exclusiva da cana-de-açúcar

De modo geral, as silagens de gramíneas tropicais apresentam baixo teor de proteína, o que constitui limitação ao seu uso, principalmente para animais de alta exigência nutricional. De acordo com Schmidt (2006), relata que a cana-de-açúcar apesar do alto potencial produtivo como recurso forrageiro, possui algumas limitações do ponto de vista nutricional, tais como os baixos teores de proteínas e minerais. Bonomo et al. (2009) observaram concentrações médias de FDA, com variações entre 22,90 e 30,92%, os teores médios de FDA estão relacionados com a digestibilidade de forrageira. Os mesmos autores relatam variação entre 77,98 e 88,90% na proporção de colmo, quanto menores teores de fibra detergente neutro (FDA), mais digestível é a fibra da cana-de-açúcar.

A cana-de-açúcar quando colhida no estágio correto de maturidade apresenta teor de matéria seca adequado à ensilagem (29 a 33% de MS) e abundância de carboidratos solúveis (sacarose), que permitem o rápido crescimento microbiano e abaixamento do pH, com valores inferiores a 4,0 após 72 horas de fermentação (PEDROSO et al., 2005). Contudo, o alto teor de sacarose e a grande população epifítica de leveduras na cana-de-açúcar (ÁVILA et al., 2010) acarreta intensa fermentação etanólica nas silagens dessa forragem, resultando em elevadas perdas de MS, alto teor de etanol nas silagens e prejuízo no desempenho dos animais (NUSSIO E SCHMIDT, 2004; PEDROSO et al., 2006; SCHMIDT et al., 2014). As forragens conservadas podem ter seu valor alimentício alterado, devido aos

procedimentos utilizados para a sua produção e conservação, e dos fenômenos bioquímicos e microbiológicos que ocorrem no processo (JOBIM et al., 2007).

2.6. Cana-de-açúcar ensilada e a necessidade do uso de aditivos

No Norte de Minas Gerais e Vale do Jequitinhonha, 73,8% das propriedades leiteiras adotam a cana-de-açúcar como volumoso suplementar na época seca, evidenciando a importância deste tipo de manejo em região semiárida (LADEIRA et al., 2007). Devido à necessidade de aprimorar o manejo empregado para a silagem de cana-de-açúcar, faz-se necessário algumas melhorias e cuidado, como relatado por Pacheco et al. (2013) para a obtenção de uma boa silagem, além dos cuidados essenciais, como escolha da forragem, época de corte, compactação da forragem e vedação do silo, o uso de aditivos para o aumento da eficiência no processo da ensilagem tem sido objetivo de diferentes estudos. O acréscimo de uma substância para favorecer o rendimento de uma propriedade, conhecido como aditivo, é utilizado em silagem para melhorar o resultado final da fermentação, alterando a matéria seca, os carboidratos solúveis e diminuindo o pH do material ensilado (LOBO, 2006).

Os aditivos usados no processo de ensilagem devem elevar a recuperação de nutrientes e energia da forragem, com conseqüente benefício no desempenho dos animais (KUNG JR., 2009). As funções dos aditivos são diversas, assim como a variedade. Segundo McDonald et al. (1991), estão classificados em: Estimulantes - são açúcares ou produtos ricos em carboidratos, estimulam o crescimento de bactérias lácticas; Inibidores - existem substâncias químicas que diminuem o crescimento de microrganismos, como por exemplo o ácido fórmico e o formaldeído; Inibidores de deterioração aeróbica - controlam a deterioração causada pelo ar quando o silo é aberto, exemplo ácido propiônico e ureia; Nutrientes - adiciona-se na forragem a ser ensilada para melhorar o valor nutritivo da silagem; e Absorventes ou Dessecantes - são aqueles capazes de absorver o excesso de umidade, aumentando o teor de matéria seca da silagem. Já Nussio e Schmidt (2004) propuseram a classificação dos aditivos mais frequentemente usados no Brasil em três grupos: aditivos químicos, aditivos microbianos e sequestrantes de umidade (absorventes ou dessecantes).

Uma forma de reduzir as perdas de nutrientes na forma de gases é a adição de coproduto com alto poder higroscópico que aumente o valor nutricional e beneficie a fermentação durante o processo de conservação da forrageira (BORGES et al. 2017), como, por exemplo, o farelo de trigo (ZANINE et al., 2006a.; ZANINE et al., 2006b), a raspa de mandioca (ZANINE et al., 2010), o farelo de arroz, a casca de soja e o fubá de milho (MONTEIRO et al., 2011). Os farelos podem integrar os grupos dos aditivos absorvente e nutrientes.

Verificou-se que a inclusão de taboa na ensilagem de cana-de-açúcar proporcionou efeito associativo positivo ao melhorar substancialmente as características fermentativas e o valor nutricional da massa ensilada (QUEIROZ et al., 2015). Embora Rabelo et al. (2013) tenham relatado aumento do consumo voluntário e ganho de peso de ovelhas alimentadas com silagens de cana contendo 1,0% de cal virgem, Magalhães et al. (2013) não verificaram melhora no desempenho de ovelhas alimentadas com silagens de cana contendo esse aditivo, e os resultados de desempenho ainda são pouco conclusivos.

O uso de aditivos, nas mais diversas formas, tem como objetivo melhorar o perfil de fermentativo e/ou valor nutritivo da forragem, no entanto, a depender do tipo de aditivo utilizado, as alterações nas propriedades físicas e químicas das silagens, podem influenciar de forma positiva ou negativa no seu valor nutritivo. Adaptar a alimentação de animais de produção para as realidades regionais e econômicas dos produtores é fundamental na busca da viabilização da produção local, de espécies adaptadas e com potencial produtivo reconhecido (SCHRAGE, 2018).

3. HIPÓTESE CIENTÍFICA

O cultivo da *Moringa oleifera* Lam. irrigada quando bem manejada a altura de corte junto à sua poda de formação, poderá maximizar seu potencial produzido de biomassa a cada ciclo novo de corte.

A silagem de cana-de-açúcar em associação com feno de moringa proporcionará incremento no teor de matéria seca e de proteína bruta, reduzindo concomitantemente perdas no processo fermentativo e melhorando o valor nutritivo.

4. OBJETIVOS

4.1. Geral

- Avaliar as características estruturais e o acúmulo de biomassa da moringa irrigada, assim como a composição químico-bromatológica da ensilagem de cana-de-açúcar com a inclusão do feno de moringa.

4.2. Específicos

- Avaliar a produção de moringa irrigada sob diferentes alturas de corte no Submédio do Vale do São Francisco;
- Definir o manejo estratégico de poda mais adequado na produção de feno da moringa;
- Identificar o manejo de corte apropriado para otimização da produção de biomassa da moringa forrageira;
- Quantificar as características estruturais e inclusive o aumento no número de ramos nas diferentes alturas e manejo de poda nos sucessivos cortes;
- Definir o tratamento e o manejo de corte da moringa que apresentou maiores benefício para a relação do uso da água;
- Determinar as características fermentativas e composição químico-bromatológica de silagens de cana-de-açúcar com adição de feno de moringa.

5. REFERÊNCIAS

ALVES, F. V. et al. Fatores que influenciam no desempenho de bezerros pantaneiros criado em pastagem nativa no pantanal. **Actas Iberoamericanas de Conservación Animal**, v.5, n.3, p.38-43, 2015.

ARAÚJO FILHO, Jaime Miguel de. **Curva de desidratação e degradação *in situ* do feno de forrageiras nativas da caatinga cearense**. 2008. 55 f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2008.

ÁVILA, C. L. S.; BRAVO MARTINS, C. E. C.; SCHWAN, R. F. Identification and characterization of yeasts in sugarcane silages. **Journal of Applied Microbiology**, v. 109, n. 5, p. 1677-1686, 2010.

BABIKER, M. S. Chemical Composition of Some Non-Convectional and Local Feed Resources for Poultry in Sudan. **International Journal of Poultry Science**, v. 11, n. 4, p. 283-287, 2012.

BAKKE, I. A. et al. Características de crescimento e valor forrageiro da moringa (*Moringa oleifera* Lam) submetida a diferentes adubos orgânicos e intervalos de corte. **Engenharia Ambiental**, v. 7, n. 2, p. 113-114, 2010.

BARRETO, M. B. et al. Constituintes químicos voláteis e não-voláteis de *Moringa oleifera* Lam., Moringaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, n. 4, p. 893-897, 2009.

BONOMO, P. 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.

BORGES, B. R. S. et al. Potencial da ensilagem de capim-braquiaria com inclusão de farelo de arroz: Revisão. **PUBVET**, v. 12, p. 150, 2017.

CRUZ, L. R. et al. Características agrônômicas e composição bromatológica de variedades de cana-de-açúcar. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 6, p. 1779-1786, , 2014.

DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JR., D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 121-138, 2007 (supl. especial).

ELKHALIFA, A. E. O.; AHMED, S. A. A.; ADAM, S. Nutritional Evaluation of *Moringa Oleifera* Leaves and Extract. **The Ahfad Journal**, v. 24, n. 2, p. 113, 2007.

EZEQUIEL. et al. Processamento da Cana-de-Açúcar: Efeitos sobre a Digestibilidade, o Consumo e a Taxa de Passagem. **R. Bras. Zootec.**, v. 34, n. 5, p. 1704-1710, 2005.

FABIÃO, A. 2006. As podas em árvores ornamentais: como e porquê? Divisão de Parques e Jardins, Departamento de Ambiente e Salubridade. Câmara Municipal de Odivelas. Odivelas. Disponível em http://www.cm-odivelas.pt/CamaraMunicipal/ServicosEquipamentos/Ambiente/Anexos/podas_arvores.pdf.

FARIAS, S. G. G. et al. Respostas de plantas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) inoculadas com fungos micorrízicos e submetidas ao estresse hídrico. **Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, v. 5, n. 3, p. 36-46, 2008.

FERREIRA, P. M. P. et al. Moringa oleifera: bioactive compounds and nutritional potential. **Revista de Nutrição**, v. 21, n. 4, p. 431-437, 2008.

GALLÃO, M.I.; LEANDRO, F.D.; BRITO, E.S. Avaliação química e estrutural da semente de Moringa. **Revista Ciências Agrárias**, v.37, n.1, p.106-109, 2006.

- GARCEZ NETO, A. F. et al. Aclimação morfológica de forrageiras temperadas a padrões e níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 42-50, 2010.
- GAZA. Cidadão Solitário. **Moringa: Folhas Nutritivas**. [Guarantina], 2007. Disponível em: <<https://www.cidadaosolidario.org.br/Moringa/CultivodaMoringa.pdf>>. Acesso em: 16 de Out. de 2018.
- GONZÁLEZ, D. Moringa oleífera – La garantía de un futuro mejor. **Revista ACPA – Órgano Oficial de la Asociación Cubana de Producción Animal – Artículos Técnicos**, n. 3, p. 40-42, 2012.
- JACKSON, J. E. **Biology of apples and pears**. Cambridge University Press, 2003, 488 p.
- JOBIM, C. C. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suppl.0, p. 101-119, 2007.
- KAFUKU, G.; MBARAWA, M. Alkaline catalyzed biodiesel production from Moringa oleifera oil with optimized production parameters. **Applied Energy**, v. 87, n. 8, p. 2561-2565, 2010.
- KAKENGI, A. M. V. et al. Effect of *Moringa oleifera* leaf meal as a substitute for sunflower seed meal on performance of laying hens in Tanzania. **Livestock Research for Rural Development**, v. 19, n. 8, 2007.
- KARADI, R.V. et al. Effect of Moringa oleifera Lam. Rootwood on ethylene glycol induced urolithiasis in rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v.105, n.1-2, p.306-311, 2006.
- KUNG JR., L. Side effects of microbial inoculants on silage fermentation In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION, 1., 2009, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: FEALQ, 2009. p.7-26.
- LADEIRA, J. C. et al. **Características das propriedades leiteiras familiares das regiões Norte de Minas e Vale do Jequitinhonha**. in: Tecnologias para o desenvolvimento da pecuária de leite familiar do Norte de Minas e Vale do Jequitinhonha. Juiz de Fora, Embrapa Gado de Leite, 2007.
- LIN, C.H. et al. Nutritive quality and morphological development under partial shade of some forage species with agroforestry potential. **Agroforestry Systems**, v.53, n. 3, p.269-281, 2001.
- LOBO, José Ricardo. **Avaliação da idade de corte e do uso de polpa cítrica sobre a qualidade fermentativa e estabilidade aeróbica da silagem de capim-elefante**. 2006. 106 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.
- MAGALHÃES, A.F. et al. Intake, performance and nutrient digestibility of sheep fed sugarcane treated and ensiled with calcium oxide or urea. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n. 10, p. 691-699, 2013.

MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. **The Biochemistry of Silage**. 2. ed. Marlow: Chalcombe Publications, p. 340, 1991.

MENDIETA-ARAICA, B. et al. Silage quality when *Moringa oleifera* is ensiled in mixtures with Elephant grass, sugar cane and molasses. **Grass and Forage Science**, v.64, n.4, p.364-373, 2009.

MONTEIRO, I. J. G. et al. Silagem de capim-elefante aditivada com produtos alternativos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, p. 347-352, 2011.

MOREIRA FILHO, E. C. et al. Crescimento vegetativo da maniçoba submetido a diferentes manejos de solo, densidade de plantio e altura de corte. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 4, p. 147-153, 2008.

NUNES, L., PATRÍCIO, M. S. E CORTEZ, P. Manutenção de árvores. In Azevedo, J.C. e A. Gonçalves (Coords.) Manual de boas práticas em espaços verdes. Câmara Municipal de Bragança, Bragança. p. 111-117, 2010.

NUSSIO, L. G. Cana. Depois de se impor em pequenos confinamentos, ela começa a atrair os grandes. Para isso tem de vencer o desafio da ensilagem. **Revista DBO Rural**, n. 6, p. 104-112, 2003.

NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P. **Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de cana-de-açúcar**. In: JOBIM, C. C.; CECATO, U.; CANTO, M. W. (Eds) II Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas. Maringá: UEM/CCA/DZO, v.2, p. 01-33, 2004.

OKUDA, T. et al. Isolation and characterization of coagulante extracted from *Moringa oleifera* seed by salt solution. **Water Research**, v. 35, n. 2, p. 405-410, 2001.

OLIVEIRA, Cleoneide Maria do Nascimento. **Qualidade físico-química de sementes de milho tratadas com moringa oleifera lam. durante o armazenamento**. 2017. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Pernambuco. Pró-reitoria Acadêmica. Coordenação Geral de Pós-graduação. Mestrado em Desenvolvimento de Processos Ambientais, 2017.

OLIVEIRA, M. V. M. et al. *Moringa oleifera* na alimentação de bezerros lactentes da raça Pantaneira. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.18, n.1, p.152-160, 2017.

PACHECO, W. F. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Shum) com feno de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 2, p. 240 - 246, 2013.

PEDROSO, A. F. et al. Performance of Holstein heifers fed sugarcane silages treated with urea, sodium benzoate or *Lactobacillus buchneri*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n. 4, p.649-654, 2006.

PEDROSO, A. F. et al. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**, v.62, n. 5, p.427-432, 2005.

PEQUENO, Diego Noletto Luz. **Intensidade de pastejo como condicionante da estrutura do dossel e da assimilação de carbono de pastos de capim Xaraés [*Brachiaria brizantha* (A. Rich) Stapf. cv. Xaraés] sob lotação contínua.** 2010. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciência). Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

PEREIRA, E. S. et al. Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e comportamento ingestivo de bovinos da raça Holandesa alimentados com dietas contendo feno de capim-tifton 85 com diversos tamanhos de partícula. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 190-195, 2009.

PHIRI, C. AND MBEWE, D. N. Influence of *Moringa oleifera* leaf extracts on germination and seedling survival of three common legumes. **International Journal of Agriculture and Biology**, v. 12, n. 2, p. 315-317, 2010.

QUEIROZ, M. A. A. et al. Características fermentativas e bromatológicas de silagens de cana-de-açúcar com taboa. **Ciência Rural**. v. 45, n. 1, p. 136-141, 2015.

RABBANI, A. R. C. et al. Restrição hídrica em sementes de moringa (*Moringa oleifera* L.)| Water restriction on moringa seeds (*Moringa oleifera* L.)| Restricción hídrica en semillas de moringa (*Moringa oleifera* L.). **Revista Científica UDO Agrícola**, v. 12, n. 3, p. 563-569. 2012.

RABELO, F. H. S. et al. Consumo e desempenho de ovinos alimentados com silagens de cana-de-açúcar tratadas com óxido de cálcio e cloreto de sódio. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, v. 65, n. 4, p. 1158-1164, 2013.

RADEK, M.; SAVAGE, G. P. Oxalates in some Indian green leafy vegetables. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 59, n. 3, p.246-260, 2008.

RASHID, Umer et al. Application of response surface methodology for optimizing transesterification of *Moringa oleifera* oil: Biodiesel production. **Energy Conversion and Management**, v. 52, n. 8-9, p. 3034-3042, 2011.

ROSTAGNO, H. S.; et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252p.

SAKAI, A.; SAKAI, S.; AKIYAMA, F. Do sprouting tree species on erosion-prone sites carry large reserves of resources?. **Annals of Botany**, v. 79, n. 6, p. 625-630, 1997.

SCHMIDT, P. et al. Effects of *Lactobacillus buchneri* on the nutritive value of sugarcane silage for finishing beef bulls. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43, n. 1, p. 8-13, 2014.

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar.** 2006. 229f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SCHRAGE, Rochelle de Sá. **Moringa (*Moringa oleifera* Lamarck) como alimento alternativo para bovinos**. 2018. 44 f : Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, 2018.

SHACKLETON, Charlie M. Stump size and the number of coppice shoots for selected savanna tree species. **South African Journal of Botany**, v. 66, n.2, p. 124-127, 2000.

SIGUEMOTO, E. S. **Composição nutricional e propriedades funcionais do murici (*Byrsomina crassifolia*) e moringa (*Moringa Oleifera*)**. 2013. 125 p. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2013.

SILVA, G. F. da et al. Estudo do tratamento e clarificação de água com torta de sementes de *Moringa oleifera* Lam. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.13, n.3, p.295-299, 2011.

SOLIVA, C. R., et al. Feeding value of whole and extracted *Moringa oleifera* leaves for ruminants and their effects on ruminal fermentation *in vitro*. **Animal Feed Science and Technology**, v. 118, n. 1, p. 47-62, 2005.

USAID (**U. S. Agency for International Development**). 2006. Fact sheet: nonfat dry milk. Disponível em: <https://www.usaid.gov/our_work/humanitarian_assistance/ffp/crg/downloads/fsnfdry_milk.pdf>. Acessado em: 15 de Out. 2018.

VERMA, A.R. et al. In vitro and in vivo antioxidant properties of different fractions of *Moringa oleifera* leaves. **Food and Chemical Toxicology**, v. 47, n. 9, p. 2196-2201. 2009.

VOLTOLINI, T. V. et al. Valor nutritivo de cultivares de cana-de-açúcar sob irrigação. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n. 4, p. 894-901, 2012.

ZANINE, A. M. et al. Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo. **Archivos de Zootecnia**, n. 55, p. 75-84, 2006a.

ZANINE, A. M. et al. Efeito do farelo de trigo sobre as perdas, recuperação da matéria seca e composição bromatológica de silagem de capim-mombaça. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 43, p. 803-809, 2006b.

ZANINE, A. M. et al. Evaluation of elephant grass silage with the addition of cassava scrapings. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 2611-2616, 2010.

6. CAPÍTULO 1: ESTRATÉGIAS DE MANEJO DE ALTURA DE CORTE DE *MORINGA OLEIFERA* LAM. IRRIGADA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

RESUMO:

A moringa (*Moringa oleifera* Lam.) apresenta um baixo rendimento produtivo de biomassa, porém tem um alto potencial de exploração, devido a sua composição químico-bromatológica favorável. Diante do exposto, objetivou-se avaliar diferentes alturas de corte na moringa em dois experimentos, visando a determinação das características produtivas e estruturais no 1º e 3º corte, que continham os seguintes tratamentos: o experimento 1 – diferentes alturas de desponete (retirada do meristema apical da planta), de 60, 80, 100 e 120 cm; experimento 2 – consistiu em três tratamentos com aplicação de cortes: corte a 120 cm de altura do solo (120 cm); corte restando sete folhas na planta (103D-7F), ambos tratamentos com 103 dias de idade após plantio; e o tratamento (81D-7F) corte restando sete folhas na planta com 81 dias de idade após plantio, ambos experimentos em Delineamento em Blocos Casualizado (DBC) com cinco repetições. O experimento foi realizado no campo experimental da UNEB/DTCS, Campus III, em Juazeiro-BA. Avaliou-se as características produtivas e estruturais e a relação do uso da água. Concluiu-se que o desponete realizado no meristema apical na altura de corte de 100 cm do solo apresentou os melhores resultados semelhantes ao de 120 cm, quanto ao rendimento produtivo nos dois cortes, visando a manter os melhores rendimentos produtivos aliado aos ganhos econômicos, e à redução com os gastos culturais. Portanto, a altura de desponete de 100 cm é o mais indicado de acordo com a metodologia adotada. Quanto ao experimento 2 os tratamentos de altura de corte, 120 cm e 81D-7F apresentaram os melhores resultados para acumulação de biomassa aérea da moringa. Não houve diferença ($P < 0,05$) para a relação do uso da água entre os tratamentos em ambos experimentos nos dois ciclos de cortes.

PALAVRA-CHAVE: exótica; formação da copa; moringaceae; planta forrageira.

ABSTRACT:

The moringa (*Moringa oleifera* Lam.) presents a low productive yield of biomass, but has a high exploration potential due to its favorable chemical-bromatological composition. In view of the above, the objective was to evaluate different cutting heights in the moringa in two experiments, aiming to determine the productive and structural characteristics in the 1st and 3rd cut, which contained the following treatments: experiment 1 - different unbridged heights (removal of the apical meristem from the plant), 60, 80, 100 and 120 cm; experiment 2: consisted of three treatments with application of cuts: cut to 120 cm soil height (120 cm); cutting leaving seven leaves in the plant (103D-7F), being both treatments with 103 days of age after planting; and cut leaving seven leaves in the plant with 81 days of age after planting (81D-7F), both experiments in randomized block design (DBC) with five replications. The experiment was carried out in the experimental field of UNEB/DTCS, Campus III, in Juazeiro-BA. The productive and structural characteristics and the relation of water use were evaluated. It was concluded that the debridging performed in the apical meristem at

the cutting height of 100 cm of the soil presented the best results similar to that of 120 cm, regarding the productive yield in the two cuts, aiming to maintain the best productive yields allied to the economic gains, and the reduction with cultural expenditures. Therefore, the height of 100 cm is the most indicated in accordance with the methodology adopted. As for experiment 2, the treatments of cutting height, 120 cm and 81D-7F presented the best results for accumulation of aerial biomass of moringa. There was no difference ($P < 0.05$) for the relation of water use between treatments in both experiments in the two cycles of cuts.

KEY WORDS: exotic; canopy training; moringaceae; forage plant.

INTRODUÇÃO

A moringa (*Moringa oleifera* Lam.) pode ser cultivada extensivamente, apresentando rendimentos médios de 8,3 toneladas MS/ha com 45 dias de corte (PÉREZ et al., 2010; BONAL et al., 2014), adaptadas as condições do ambiente tropical. Apresenta um rápido crescimento, podendo chegar a taxas de 1,50 cm/dia, atingindo de 7 a 12 metros de altura (CYSNE, 2006; BARRETO et al., 2009), e possui características favoráveis ao cultivo, por atingir rápido o ponto de corte para forragem e apresentar ramos flexíveis, o que facilita seu manejo de corte (BRUNELI, 2010). Observou-se anteriormente esta espécie numa área de produção ativa, apresentando uma forte dominância apical nas plantas jovens no crescimento em altura.

O presente estudo tende a dificultar este tipo de crescimento, favorecendo a maior emissão de ramos do eixo principal da planta, em detrimento o crescimento em flecha (reto), para a obtenção de uma maior produção de biomassa forrageira, a partir de uma copa bem conformada. Assim ocorre o desenvolvimento do eixo caulinar do ápice vegetativo e a formação de novos primórdios foliares, que são pequenos grupos de células posicionadas na inserção dos primórdios foliares do caule (região axilar) isolam-se do meristema apical e constituem-se numa gema axilar ou lateral. Todavia, a maioria delas permanecem dormentes por todo o ciclo de vida da planta.

A dominância apical impede o crescimento de gemas laterais pelos altos teores de auxina. A remoção do ápice caulinar reduz os teores de auxina e ácido abscísico, com isso novos ramos laterais se desenvolvem e permite o acúmulo de fotoassimilados e citocininas estimulando a floração (SRIVASTAVA, 2002, TAIZ; ZEIGER, 2013).

A remoção do ápice caulinar induz a retomada de crescimento da gema lateral, fazendo dessa prática, conhecida por despontamento ou decapitação, uma técnica comum entre os horticultores para obtenção de plantas ramificadas, em forma de touceira ou, ainda, em miniatura, como o bonsai. Segundo Oliveira (2015) o desponte dos ramos consiste na retirada do ápice caulinar de ramos vegetativos. Essa prática é utilizada na cultura da mangueira para aumentar a produção, uma vez que estimula a emissão de ramos laterais, e com isso aumenta a probabilidade de formação de panículas e, como consequência, de frutos (OLIVEIRA et al., 2015). E os mesmos autores complementam que esta prática tem por finalidade uniformizar e aumentar o florescimento da mangueira e como resultado aumentar a produtividade. Através desta estratégia de manejo descrita pode-se melhorar a produção da biomassa da parte aérea da *Moringa oleifera* Lam..

Existem, poucos estudos disponíveis sobre a altura de corte que deve ser colhida a moringa para alcançar bons rendimentos produtivos. Diante disso, devido ao alto potencial de exploração da *Moringa oleifera* Lam., pela sua composição químico-bromatológica favorável, objetivou-se avaliar diferentes alturas de corte na moringa, visando a determinação das características produtivas e estruturais.

MATERIAL E MÉTODOS

Localidade

O experimento foi realizado no campo experimental na Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (UNEB/DTCS), Campus III, em Juazeiro, no Estado da Bahia sob as coordenadas 9°25'16.3"S de latitude e 40°29'06.8"W de longitude e estando a 384 m acima do nível do mar. A região é caracterizada pelo clima semiárido do tipo BSw^h, segundo a classificação de Köppen-Geiger (1936), com temperaturas médias anuais de 26,03 °C, umidade relativa média do ar de 61%, precipitação anual de 529 mm, evaporação tanque Classe A de 3.015 mm e insolação anual de 7,95 horas/dia (TEIXEIRA, 2010).

As sementes de moringa foram coletadas na área de produção de sementes do Sítio Campo Alegre, localizado em Casa Nova, no Estado da Bahia sob as

coordenadas 9°25'23"S de latitude 40°51'26"W de longitude e estando a 404 m acima do nível do mar.

O período chuvoso nessa região concentra-se entre os meses de novembro a abril, com 90% do total anual de precipitações. Na Figura 1 (A, B e C) estão apresentados os dados climáticos obtidos pela estação meteorológica do DTCS durante o período de experimentação.

O solo da área experimental é classificado como Neossolo Flúvico Psamíticos (RUq), de textura franco argilo-arenosa, segundo a classificação textural de Lemos e Santos (1996), de acordo com a análise de solo realizada no Laboratório de Análise de Solo e Planta (LASP), certificado pela Embrapa Solos (Quadro 1).

Quadro 1. Resultado da análise química do solo da área experimental.

Amostra	cmol _c /dm ³								%
	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	S (bases)	H+Al	T	Al ³⁺	V
0 - 20 cm	0,44	2,31	2,03	0,02	4,80	1,29	6,40	0	75

Extratores: * P, K e Na → Mehlich (HCl + H₂SO₄) * Ca, Mg e Al → KCl 1M
 Cálculos: S_b = Ca+Mg+Na+K T = S_b+(H+Al) V% = (S/T)x100

Ext. Sat. C.E./25°C dS/m	g/kg Mat. org.	g/kg C	pH (H ₂ O) 1:2,5	mg/dm ³ P	SAT Ca ²⁺ (%)	SAT Mg ²⁺ (%)	SAT Na ⁺ (%)	SAT K ⁺ (%)
0,46	4,61	2,6	5,65	18	36,04	31,72	0,31	6,9

A irrigação foi realizada diariamente utilizando o sistema de gotejamento com duração média de 40 minutos, exceto quando ocorria chuva no dia anterior, assim era suprido às necessidades hídricas da cultura, mantendo-se o solo próximo à capacidade de campo (10 kPa).

Por não ser uma planta amplamente explorada em cultivos comerciais, predominando a exploração extrativista, há carência de informações a respeito da adubação mineral, ainda sendo necessário realizar mais pesquisas. Em estudo relata-se que os sintomas de deficiência da moringa para nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio observados foram semelhantes aos descritos na literatura para outras espécies vegetais, sendo que, a omissão de nitrogênio foi o tratamento que mais afetou a produção de matéria seca (VIEIRA et al., 2007.). As adubações foram

realizadas via fertirrigação, de acordo com a análise de solo realizada, buscando suprir a necessidade da cultura (Tabela 1).

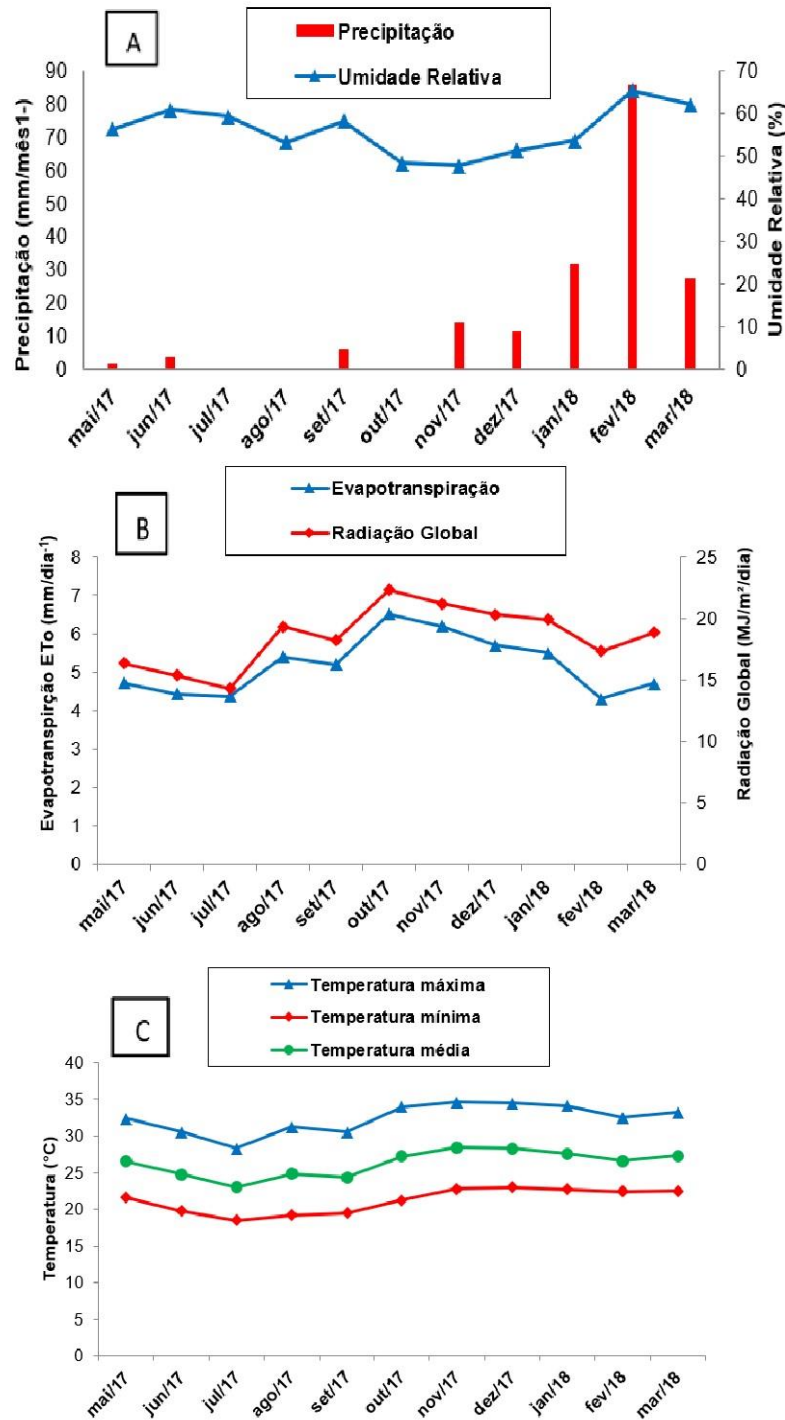
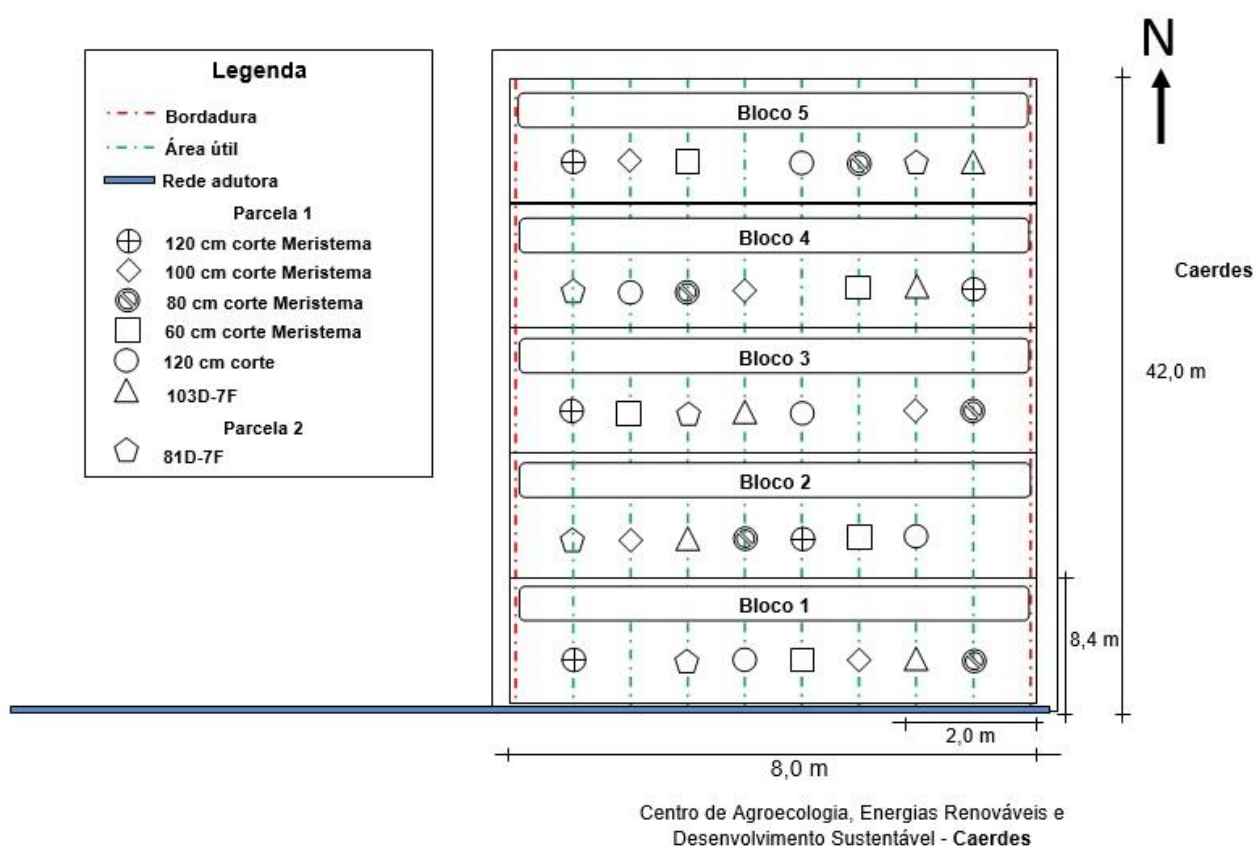


Figura 1. Precipitação mensal e umidade média relativa do ar (A); evapotranspiração de referência (ETo) e radiação global média (B) e temperaturas máximas, mínimas e médias mensais (C), durante o período de experimentação.

Tabela 1. Quantidade de fertilizantes químicos aplicados na cultura de moringa.

Períodos	Elementos (kg/ha ⁻¹)				
	N*	P	K	Mg	Zn
ADUBAÇÃO FUNDAÇÃO 19/05/2017	18,75	50,83	-	3,75	-
1ª ADUBAÇÃO 13/06/2017	36,25	-	50,00	3,75	4,00
2ª ADUBAÇÃO 09/11/2017	18,75	-	25,00	3,75	-
3ª ADUBAÇÃO 15/01/2018	18,75	50,83	25,00	-	-

*Fonte de fertilizantes: N (uréia); P (MAP); K (Sulfato de potássio); Mg (Sulfato de magnésio); Zn (Sulfato de zinco).

**Figura 2.** Delineamento da área experimental.

A moringa (*Moringa oleifera* Lam.) foi implantada na área experimental durante os meses de maio de 2017 até março de 2018. A área experimental foi de 672 m² (16 m x 42 m), sendo 20 linhas de cultivo de 42 m, espaçadas a 0,80 m entre linhas (Figura 2). Para cada parcela foram utilizadas dez linhas de cultivo, dividida em duas parcelas, ambas dimensionadas em 336 m² (8m x 42 m), da qual foi utilizada uma área útil de 256 m² (6,4 m x 40 m), subdivididas em cinco de 51,2 m² (6,4 m x 8 m) com bordaduras periféricas deixando uma linha de plantação. Sendo as plantas distribuídas em 1 m x 1 m espaçamento entre si, equivalente a 10.000 plantas/ha.

Experimento 1

Os tratamentos foram distribuídos em diferentes alturas nas parcelas subdivididas, no qual teve o intuito de avaliar as características estruturais e produtivas do primeiro (1°) e terceiro (3°) ciclo de corte. Para tal, as plantas de moringa foram submetidas aos tratamentos de desponte (retirada do meristema apical da planta), nas alturas de 60, 80, 100 e 120 cm, com 5 repetições, totalizando 20 unidades experimentais.

O plantio foi realizado em 12/05/2017 e as plântulas emergiram totalmente com 8 a 11 dias após plantio (DAP), sendo utilizado duas sementes por cova, e posteriormente, feito o desbaste com 35 DAP, deixando apenas uma planta por cova. Os tratamentos foram aplicados entre 68 e 73 DAP, e quando os ramos primários da planta alcançaram 40 cm de comprimento realizou-se o desponte para a quebra da dominância apical dos mesmos, com intuito de potencializar a emissão de ramos jovens, denominados ramos secundários.

Utilizou-se como fator determinante para a colheita, o início do florescimento de acordo com o ciclo fenológico da moringa. Definiu-se como manejo ideal para os experimentos 1 e 2 após os cortes, deixar duas folhas no ramo de produção na cultura (ramo retirado durante os cortes produtivos), mantendo-se a capacidade de rebrota para posteriores cortes.

Segundo Foidl (2001) se o objetivo é produzir um máximo de fibras lignocelulósicas para a produção de biomassa, o corte deve intervir no ideal após 6 a 8 meses de crescimento. No entanto, procedeu-se o 1° corte com idade inferior à recomendada por Foidl (2001), com 167 DAP (com 94 a 99 dias após a aplicação dos tratamentos), no qual considerou-se para avaliação da produção de biomassa somente os ramos secundários. O 2° corte ocorreu com 234 DAP, nos ramos terciários e o 3° corte com 311 DAP, todos os últimos ramos da extremidade da planta foram cortados.

Experimento 2

O experimento consistiu-se em três tratamentos realizando-se cortes: 120 cm de altura do solo (120 cm); corte restando sete folhas na planta (103D-7F), ambos tratamentos com 103 DAP; e o tratamento (81D-7F) corte restando sete folhas na

planta com 81 DAP. Objetivou-se com isso, avaliar as características estruturais e produtivas do 1º e 3º ciclo de corte, com 5 repetições, totalizando 15 unidades experimentais.

As plantas foram plantadas em parcelas diferentes, sendo respectivamente, o plantio dos tratamentos 120 cm e 103D-7F realizado em 12/05/2017, enquanto que o tratamento 81D-7F, foi plantado em 03/06/2017. As plântulas de moringa emergiram totalmente com 8 a 11 dias após sementeas, sendo utilizado duas sementes por cova, ocorrendo o desbaste aos 35 DAP deixando apenas uma planta.

Os ramos primários desenvolveram-se normalmente sem intervenção, diferentemente do experimento 1. O 1º corte foi realizado 167 DAP (com 64 dias após à aplicação dos tratamentos), onde foram cortadas para à avaliação de biomassa os ramos primários, deixando duas folhas em todos ramos cortados. No 2º corte com 234 DAP, considerou-se para obtenção da biomassa acumulada da parte aérea o corte nos ramos secundários, e o 3º corte com 311 DAP, nos ramos terciários da planta.

Variáveis analisadas para as características estruturais e produtivas

As variáveis estruturais consistiram-se em: altura maior dos ramos (H-MR), que para sua determinação mediu-se a altura total (cm/planta) das unidades experimentais selecionados, medida ao nível do solo até o broto apical dos ramos, usando uma fita métrica (m), subtraindo à altura do desponete aplicado a cada tratamento (60, 80, 100 e 120 cm) mensurado no ato dos cortes; o incremento no diâmetro do caule (Inc-DC), foi determinada esta variável, utilizando o diâmetro na base da planta obtidos quando aplicados os tratamentos, tanto no experimento 1 e o 2, subtraiu-se pelos valores encontrados em cada corte, os dados foram expressos em mm/planta para cada ciclo; números de folhas na planta (NF-Planta); números de folhas senescentes por planta (NF-Sen.); a área da copa (AC) que foram calculados considerando o diâmetro da copa de cada planta (unidade experimental), através da fórmula de determinação de área da circunferência em m² (Equação 1):

$$A = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2 = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \quad (1)$$

A = área da copa (m²)

$\pi = \text{pi}$

r = raio da planta (m)

D = diâmetro da planta (m).

As variáveis número de ramos primários (NR-Prim.), secundários (NR-Sec.) e terciários (NR-Terc.), consistiu-se da contagem direta dos ramos nas unidades experimentais antes do corte, sendo os terciários avaliados somente no 3º corte.

Os diferentes tratamentos foram avaliados quanto às seguintes características produtivas da matéria seca: da parte aérea (folha e caule) (PMS-PA); folha (PMS-F) e caule (PMS-C), expresso em (grama/unidade área); produção da parte aérea (folha, caule) (PMS-PA/Plt); da folha (PMS-F/Plt) e do caule (PMS-C/Plt), em (grama/planta); taxa de acúmulo de matéria seca (Tax-Ac), em (grama/unidade área); relação folha/caule (R_L -F/C); produção de matéria fresca (PMFPA/ha) e seca (PMSPA/ha), em ton/hectare para o 1º e 3º corte da moringa. Para determinação da matéria seca da planta e suas respectivas frações, as mesmas foram colocadas em estufa de circulação de ar forçado a $55^\circ \pm 5^\circ\text{C}$ por 72 horas, para posterior realizar a pesagem.

Avaliou-se à relação do uso da água na produção de biomassa, em que se considerou: o volume diário de água aplicada, que foi de 8,33 mm/dia; volume total de água aplicada, que foi 558,18 (mm/ciclo) (estão inclusas as águas aplicadas via irrigação + as águas oriundas das chuvas). E o volume de água por quilo matéria seca produzido (Prod. água MS), que foi a partir da determinação da produtividade de matéria seca em kg/hectare (Prod. MS (kg/ha)), expressos os valores em litros de água/kg de MS, de acordo com a metodologia adaptada segundo a descrita por Barker et al. (1989).

Estatística experimental

Os resultados foram analisados pelo programa computacional Statistical Analysis System – SAS (Versão 9.4, 2016), sendo anteriormente verificada a normalidade dos resíduos pelo teste de SHAPIROWILK (PROC UNIVARIATE) e as variâncias comparadas por contrastes ortogonais com efeito linear e quadrático no experimento 1. No experimento 2 os dados foram analisados por testes de médias (Tukey) com nível de significância de 5% pelo PROC GLM. Posteriormente às análises

de contrastes, quando significativas, determinaram-se os parâmetros das equações de regressão pelo PROC REG.

Foi empregado o seguinte modelo matemático:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk}; \quad \varepsilon_{ijk} \text{ IID} \sim N(0; \sigma^2)$$

Em que:

y_{ij} = Valor observado para variável resposta obtido para o i -ésimo tratamento em sua k -ésima repetição no j -ésimo bloco;

μ = Média de todos os valores possíveis da variável resposta;

τ_i = Efeito do i -ésimo tratamento;

β_j = efeito do j -ésimo bloco;

ε_{ij} = Erro experimental.

RESULTADOS

Experimento 1: Características estruturais

De acordo com análise estatística apenas três variáveis apresentaram efeito ($P < 0,05$), a variável altura maior dos ramos (H-MR), número de folhas da planta (NF-Planta) e número de ramos secundários (NR-Sec.) (Tabela 2).

Para a altura maior dos ramos (H-MR) apresentou efeito linear crescente, à medida que aumentou a altura de corte na moringa.

Quanto ao número de folhas na planta (NF-Planta) apresentou-se um efeito quadrático com a altura de corte, sendo a altura máxima de 90 cm, e a acumulação de folhas na planta correspondendo a 80,73 (folhas/planta). Verificou-se que o número de ramos primários (NR-Prim.) apresentou efeito quadrático, sendo a altura máxima de 101 cm, correspondendo a 7,04 ramos primários/planta.

Tabela 2. Características estruturais dos diferentes tratamentos de altura de corte do primeiro corte da moringa.

Variáveis	Altura de corte da Moringa (cm)				EPM*	P valor	
	60	80	100	120		L	Q
H-MR (cm/planta)	152,7	170,0	175,6	175,1	3,469	<0,0368 ¹	<0,2223
Inc-DC (mm/planta)	25,29	27,39	31,82	28,18	0,838	<0,1056	<0,1125
NF-Planta	58,2	70,0	85,0	53,2	4,433	<1,0000	<0,0301 ²
NF-Sen.	3,8	4,4	4,2	4,6	0,208	<0,2597	<0,8140
AC (m ²)	0,90	1,18	1,06	0,96	0,047	<0,8783	<0,0683
NR-Prim.	1,6	2,6	3,8	2,8	0,244	<0,1483	<0,0630
NR-Sec.	4,0	5,2	8,0	6,0	0,216	<0,0007	<0,0003 ³

H-MR = altura maior dos ramos; Inc-DC = incremento no diâmetro do caule; NF-Planta = número de folhas da planta; NF-Sen. = números de folhas senescentes; AC = área da copa; NR-Prim. = número de ramos primários; NR-Sec. = número de ramos secundários. *Erro-padrão da média; equação de regressão; R² = coeficiente de determinação. ¹ $\hat{y} = 135,58 + 0,3643x$, R²=0,77; ² $\hat{y} = -140,5 + 4,905x - 0,02725x^2$, R²=0,79; ³ $\hat{y} = -13,36 + 0,404x - 0,002x^2$, R²=0,76.

Para os dados de terceiro corte da moringa na Tabela 3, segundo à análise estatística as variáveis que apresentaram efeito (P<0,05) foram: o número de folhas da planta (NF-Planta) e número de ramos primários (NR-Prim.), secundários (NR-Sec.) e terciários (NR-Terc.).

Tabela 3. Características estruturais dos diferentes tratamentos de altura de corte do terceiro corte da moringa.

Variáveis	Altura de corte da Moringa				EPM*	P valor	
	60	80	100	120		L	Q
H-MR (cm/planta)	167,7	151,2	184,7	183,1	5,78	<0,1494	<0,5305
Inc-DC (mm/planta)	41,87	41,89	45,90	40,35	0,98	<0,9520	<0,1799
NF-Planta	109,8	128,2	189,8	133,6	7,74	<0,0787	<0,0329 ¹
NF-Sen.	8,4	8,4	12,4	7,4	0,69	<0,8933	<0,0937
AC (m ²)	1,42	1,69	1,91	1,71	0,07	<0,1112	<0,1117
NR-Prim.	1,8	2,4	4,0	3,0	0,20	<0,0125 ²	<0,0665
NR-Sec.	9,2	12,0	17,4	11,6	0,57	<0,0306	<0,0028 ³
NR-Terc.	12,4	15,6	20,4	14,2	1,02	<0,2863	<0,0402 ⁴

H-MR = altura maior dos ramos; Inc-DC = incremento no diâmetro do caule; NF-Planta = número de folhas da planta; NF-Sen. = números de folhas senescentes; AC = área da copa; NR-Prim. = número de ramos primários; NR-Sec. = número de ramos secundários; NR-Terc. = número de ramos terciários. *Erro-padrão da média; equação de regressão; R² = coeficiente de determinação. ¹ $\hat{y} = -273,85 + 9,0575x - 0,04662x^2$, R²=0,64; ² $\hat{y} = 0,46 + 0,026x$, R²=0,51; ³ $\hat{y} = -33,97 + 1,0305x - 0,00537x^2$, R²=0,73; ⁴ $\hat{y} = -33,59 + 1,1085x - 0,00587x^2$, R²=0,77.

Quanto ao número de folhas da planta (NF-Planta) a estimativa do corte foi 97,14 cm e a produção de 166,08 (folhas/plantas), para à altura maior dos ramos (H-MR) houve o ponto máximo no primeiro corte de 179,30 cm/planta, valor semelhante à

média do terceiro corte (171,67 cm/planta). Ocorreu um aumento no número de ramos secundários (NR-Sec.) e o surgimento dos ramos terciários (NR-Terc.), que de acordo com modelo quadrático apresentaram alturas estimadas de 95,86 cm e 94,31 cm, correspondendo respectivamente, a produção 15,42 (ramos/planta) e 18,68 (ramos/planta).

Características produtivas

Para as características produtivas do primeiro corte da moringa (Tabela 4), somente o peso matéria seca (PMS) da parte aérea (PMS-PA) (g/planta) e da folha (PMS-F) (g/planta) apresentaram efeito ($P < 0,05$).

Tabela 4. Características produtivas dos diferentes tratamentos de altura de corte do primeiro corte da moringa.

Variáveis	Altura de corte da moringa				EPM*	P valor	
	60	80	100	120		L	Q
PMS-PA (g/unid.área)	107,19	101,29	111,29	107,52	7,25	<0,8685	<0,9425
PMS-F (g/unid.área)	62,14	52,78	68,17	57,88	2,79	<0,9185	<0,9357
PMS-C (g/unid.área)	45,05	35,94	55,69	49,62	3,20	<0,2647	<0,8164
PMS-PA/Plt (g/planta)	97,07	141,45	144,58	106,35	4,59	<0,4651	<0,0007 ¹
PMS-F/Plt (g/planta)	56,68	83,65	79,30	56,78	1,94	<0,8191	<0,0001 ²
PMS-C/Plt (g/planta)	40,39	57,80	65,28	49,57	4,39	<0,3900	<0,0836
Tax-AC (g/unid.área)	1,60	1,32	1,85	1,61	0,11	<0,5965	<0,9446
R _L -F/C	1,55	1,78	1,33	1,40	0,09	<0,2526	<0,6481
PMFPA/ha (t/ha)	4,17	3,57	4,78	4,19	0,22	<0,5224	<0,9982
PMSPA/ha (t/ha)	1,07	0,89	1,24	1,08	0,03	<0,1728	<0,8343

PMS-PA= produção de matéria seca da parte aérea; PMS-F= produção de matéria seca da folha; PMS-C= produção de matéria seca do caule; PMS-LF/Plt= produção de matéria seca da folha por planta; PMS-C/Plt= produção de matéria seca do caule por planta; PMFPA/ha= produção de matéria fresca da parte aérea por hectare; PMSPA/ha= produção de matéria seca parte aérea por hectare; Tax-AC= produção de matéria seca por dia; R_L-FIC= relação folha/caule. *Erro-padrão da média; equação de regressão; R² = coeficiente de determinação. ¹ $\hat{y} = -283,9742 + 9,44863x - 0,05163x^2$, R²=0,99; ² $\hat{y} = -164,1915 + 5,54827x - 0,03093x^2$, R²=0,98.

O PMS-PA (g/planta) o modelo quadrático teve o valor máximo de produção com 148,32 (g/planta), de acordo com a altura de corte estimada (91,50 cm), favorecido pelo PMS-F (g/planta) que apresentou altura máxima de 89,69 cm, com acumulação de matéria seca da folha de 84,62 (g/planta). Enquanto que, para as demais variáveis, a acumulação de biomassa da moringa determinadas a partir da área da copa não

foram influenciadas positivamente ($P < 0,05$) no 1° e 3° corte da moringa (Tabela 4 e 5).

Quanto as características produtivas do terceiro corte (Tabela 5), o peso matéria seca (PMS) da parte aérea (PMS-PA) (g/planta) e do caule (PMS-C) (g/planta) apresentaram efeito linear crescente ($P < 0,05$).

Tabela 5. Características produtivas dos diferentes tratamentos de altura de corte do terceiro corte da moringa.

Variáveis	Altura de corte da moringa				EPM*	P valor	
	60	80	100	120		L	Q
PMS-PA (g/unid.área)	156,98	135,25	165,87	165,98	11,41	<0,5758	<0,6461
PMS-F (g/unid.área)	104,39	94,87	94,24	102,41	8,12	<0,9829	<0,7028
PMS-C (g/unid.área)	52,23	40,38	66,63	63,57	5,22	<0,2210	<0,6811
PMS-PA/Plt (g/planta)	202,89	206,37	302,17	284,14	15,54	<0,0310 ¹	<0,7353
PMS-F/Plt (g/planta)	137,43	145,65	188,42	178,01	14,31	<0,2230	<0,7506
PMS-C/Plt (g/planta)	65,45	60,72	113,76	106,13	3,32	<0,0001 ²	<0,8310
Tax-AC (g/unid.área)	2,34	2,02	2,48	2,48	0,17	<0,5764	<0,6515
R _L -F/C	2,09	2,39	1,68	1,68	0,15	<0,1704	<0,6232
PMFPA/ha (t/ha)	6,94	6,00	8,13	8,00	0,58	<0,3298	<0,7371
PMSPA/ha (t/ha)	1,57	1,35	1,66	1,66	0,11	<0,5784	<0,6451

PMS-PA= produção de matéria seca da parte aérea; PMS-F= produção de matéria seca da folha; PMS-C= produção de matéria seca do caule; PMS-LF/Plt= produção de matéria seca da folha por planta; PMS-C/Plt= produção de matéria seca do caule por planta; PMFPA/ha= produção de matéria fresca da parte aérea por hectare; PMSPA/ha= produção de matéria seca parte aérea por hectare; Tax-AC= produção de matéria seca por dia; R_L-FIC= relação folha/caule. *Erro-padrão da média; equação de regressão; R² = coeficiente de determinação. $^1\hat{y} = 96,0842 + 1,69787x$, R²=0,72; $^2\hat{y} = 7,7338 + 0,87533x$, R²=0,68.

Relação do uso da água

Tabela 6. Relação do uso da água na produção de biomassa sob cultivo irrigado para o primeiro e terceiro corte da moringa.

Variáveis	Altura de Corte (cm)				EPM*	P valor	
	1° corte	60	80	100		120	L
Prod. MS (kg/ha)	1071,94	887,23	1238,63	1075,06	83,38	0,6373	0,9505
Prod. água MS (l/kg)	6474,39	8633,08	5143,79	6243,49	652,77	0,4875	0,6922
3° corte	Altura de Corte (cm)				EPM*	P valor	
Prod. MS (kg/ha)	1566,24	1352,45	1658,67	1659,79		76,759	0,4211
Prod. água MS (l/kg)	3831,14	4969,68	3514,18	3472,83	248,82	0,2777	0,2588

O volume diário de água aplicado foi 8,33 mm; volume total de água aplicado foi 558,18 (mm/ciclo) (estão inclusas as águas aplicadas via irrigação + as águas oriundas das chuvas); Prod. MS (kg/ha) = produtividade de matéria seca em kg/hectare; Prod. água MS = litros de água/kg de matéria seca produzida. *Erro padrão da média.

Para a relação do uso da água no ciclo 1° e 3° corte da moringa não apresentou efeito ($P < 0,05$) com os valores médios dos tratamentos de altura do desponete (Tabela 6).

DISCUSSÃO

Características estruturais, produtivas e relação do uso da água na cultura da *Moringa oleifera* Lam.

Verificou-se que quanto maior a altura de corte, maior o comprimento dos ramos na planta e do diâmetro do caule (Tabela 2). Fator este não atribuído a competição intraespecífica por luz, e sim, a maior reserva de carboidratos mantidos na planta após o corte. Não sendo influenciado pelo estiolamento das mesmas, por não ter influência da competição intraespecífica por luz, pois se mantinham em mesmo espaçamento (1 m x 1 m). Como observado por Goss (2012) quanto maior a densidade de cultivo na moringa, maior a altura da planta e menor o diâmetro do caule. Em trabalho de Foidl et al. (1999) com a cultura em estudo, verificaram que quando realizado corte nos ramos em intervalos entre 35 e 45 dias, dependendo das condições de manejo da cultura, podendo atingir uma altura de 120 – 150 cm. Observou-se também para o incremento no diâmetro do caule (Inc-DC), variável esta que não obteve efeito ($P < 0,05$), porém, retrata seu desenvolvimento quanto realizado o desponete do meristema apical em maiores alturas.

O maior número de folhas na planta (NF-Planta) é um fator importante para a produção de forragem na cultura da moringa (Tabela 2). Uma vez que, as folhas possuem compostos antioxidantes tais como polifenóis, apresentando também carotenoides, sendo este composto um precursor das vitaminas (MOURA et al., 2010). Assim influencia no crescimento e estrutura da planta, através de fatores como o suprimento de energia para fotossíntese que pode ser favorecido com o maior número de folhas, que reflete o tamanho e a eficiência fotossintética, o número e a atividade de pontos de crescimento, caracterizados pelo potencial de ramificação da planta, como verificado no número de ramos primários (NR-Prim.). A remoção do ápice caulinar da moringa causou um desbalanço hormonal na planta.

O número de folhas das plantas da moringa (NF-Planta) (Tabela 3), apresentou o dobro de folhas quando comparado ao máximo valor derivado do primeiro corte da moringa (Tabela 2), produção está elevada devido a produção dos ramos secundários (NR-Sec.) e terciários (NR-Terc.) contribuindo na emissão das folhas, sendo fundamental o manejo empregado (onde foram deixadas duas folhas em cada ramo após o 1° e 2° corte) que contribuiu para a quantidade de novos ramos. O NF-Planta não foi influenciado pela à altura maior dos ramos (H-MR) que apresentou ponto máximo no primeiro corte de 179,30 cm/planta, valores estes semelhantes à média do terceiro corte (171,67 cm/planta).

As plantas com desponete na altura de 120 cm apresentaram maior massa seca da parte aérea e na fração da folha (g/planta) (Tabela 5), devido a menor competição por luz existente entre elas. Desta maneira, nos estádios iniciais de recuperação após o corte anterior, por obter maior quantidade de compostos resultantes da fotossíntese, as mesmas investiram no crescimento lateral, quando comparado aos tratamentos de menor altura. Este fato pode explicar a insignificância entre os tratamentos para os parâmetros como peso de matéria seca da parte aérea e suas frações quando expresso em tonelada/hectare. Menores alturas de corte podem também comprometer a disponibilidade de reservas na planta, uma vez que, as substâncias de reserva apesar de estarem mais concentradas no sistema radicular podem alocar-se ao longo da base do caule, tornando-se essencial na prevenção ou retardamento da morte da cepa (SAKAI et al., 1997).

Mesmo não realizando teste estatísticos comparativos de média nos dois cortes, notou-se uma diferença da relação do uso da água na comparação entre suas médias, com um aumento de 59,6%, devido ao menor rendimento de matéria seca no 1° corte (6623,69 l/kg) diante do 3° corte (3946,96 l/kg), relação esta aumentada pelo melhoramento da estrutura da planta de moringa, com o aumento do número de ramos secundários, e a condição para aparecimento e desenvolvimento dos ramos terciários (Tabela 3), e assim potencializando a sua produção/hectare. Assim, plantas de potencial forrageiro bem manejadas quanto a sua formação e distribuição dos ramos, podem competir para apresentar melhoria e maior produção de biomassa de forma uniforme e manter-se produtiva por vários ciclos.

RESULTADOS

Experimento 2: Características estruturais

Para as características estruturais das plantas de *Moringa oleifera* Lam. no primeiro corte verificou-se efeito ($P < 0,05$) para as variáveis incremento no diâmetro do caule (Inc-DC), números de folhas na planta (NF-Planta), números de folhas senescentes (NF-Sen.) e números de ramos primários (NR Prim.) (Tabela 7).

Tabela 7. Características estruturais dos diferentes tratamentos do manejo de corte do primeiro corte da moringa.

Variáveis	Corte no Caule Lignificado			EPM*	P valor
	120 cm	103D-7F	81D-7F		
Inc-DC (mm/planta)	24,07 a	8,66 b	8,01 b	2,16	0,0001
NF-Planta	73,60 a	55,60 b	48,20 b	3,99	0,0015
NF-Sen.	3,40 a	2,00 b	2,40 ab	0,33	0,0385
AC (m ²)	1,20	0,89	0,92	0,09	0,1227
NR-Prim.	6,60 a	3,40 b	5,00 ab	0,52	0,0210
NR-Sec.	0,20	1,00	0,00	0,18	0,1132

H-MR = altura maior dos ramos; Inc-DC = incremento no diâmetro do caule; NF-Planta = número de folhas da planta; NF-Sen. = números de folhas senescentes; AC = área da copa; NR-Prim. = número de ramos primários; NR-Sec. = número de ramos secundários; 120 cm = altura de corte em relação ao solo; 103D-7F = corte restando sete folhas na planta com 103 dias de idade após plantio; 81D-7F = corte restando sete folhas na planta com 81 dias de idade após plantio. *EPM = erro padrão na média. Letras diferentes na linha, apresenta diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para o Inc-DC o tratamento 120 cm apresentou a maior média (24,07 mm/planta), enquanto que os demais tratamentos não diferenciaram entre si.

Tabela 8. Características estruturais dos diferentes tratamentos de manejo de corte do terceiro corte da moringa.

Variáveis	Corte no Caule Lignificado			EPM*	P valor
	120 cm	103D-7F	81D-7F		
Inc-DC (mm/planta)	29,07 a	24,45 ab	20,06 b	1,58	0,0464
NF-Planta	133,60 a	81,40 b	87,60 b	7,88	0,0065
NF-Sen.	9,20 ab	9,60 a	5,40 b	0,73	0,0376
AC (m ²)	1,07	1,13	1,15	0,07	0,9067
NR-Prim.	6,00 a	4,00 b	3,60 b	0,36	0,0176
NR-Sec.	10,60	7,60	7,80	0,62	0,1019
NR-Terc.	15,00 a	7,40 b	9,00 b	1,05	0,0063

H-MR = altura maior dos ramos; Inc-DC = incremento no diâmetro do caule; NF-Planta = número de folhas da planta; NF-Sen. = números de folhas senescentes; AC = área da copa; NR-Prim. = número de ramos primários; NR-Sec. = número de ramos secundários; NR-Terc. = número de ramos terciários; 120 cm = altura de corte em relação ao solo; 103D-7F = corte restando sete folhas na planta com 103 dias de idade após plantio; 81D-7F = corte restando sete folhas na planta com 81 dias de idade após plantio. *EPM = erro padrão na média. Letras diferentes na linha, apresenta diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

No terceiro corte da *Moringa oleifera* Lam. verificou-se efeito ($P < 0,05$) nas características estruturais, para as variáveis: incremento no diâmetro do caule (Inc-DC); número de folhas da planta (NF-Planta); número de folhas senescentes (NF-Sen.); número de ramos primários (NR-Prim.) e número de ramos terciários (NR-Terc.) (Tabela 8).

O Inc-DC (mm/planta) apresentou comportamento semelhante ao primeiro corte. O tratamento 120 cm apresentou melhores valores para as variáveis NF-Planta, NR-Prim e NR-Terc.

Para o número de folhas senescente (NF-Sen.) apresentou maior quantidade nos tratamentos 120 cm e 103D-7F, portanto não seguiu o comportamento da variável NF-Planta.

Características produtivas

Para as características produtivas do primeiro corte apresentou-se somente efeito ($P < 0,05$), para as variáveis peso da matéria seca (PMS) em (g/planta), da parte aérea (PMS-PA), da folha (PMS-F) e do caule (PMS-C) (Tabela 9).

Tabela 9. Características produtivas dos diferentes tratamentos do manejo de corte do primeiro corte da moringa.

Variáveis	Corte no Caule Lignificado			EPM*	P valor
	120 cm	103D-7F	81D-7F		
PMS-PA (g/unid.área)	114,32	71,45	110,44	8,11	0,1162
PMS-F (g/unid.área)	65,69	45,14	61,66	4,62	0,2189
PMS-C (g/unid.área)	48,63	26,30	48,78	3,81	0,0678
PMS-PA/Plt (g/planta)	119,18 a	61,96 b	100,00 a	4,05	0,0012
PMS-F/Plt (g/planta)	68,05 a	39,14 b	56,18 a	2,17	0,0020
PMS-C/Plt (g/planta)	51,13 a	22,82 b	43,82 a	2,43	0,0038
Tax-AC (g/unid.área)	1,71	1,07	1,65	0,12	0,1170
RL-F/C	1,37	1,76	1,30	0,08	0,1129
PMFPA/ha (t/ha)	4,22	2,96	4,52	0,24	0,0682
PMSPA/ha (t/ha)	1,14	0,71	1,11	0,08	0,1149

PMS-PA= produção de matéria seca da parte aérea; PMS-F= produção de matéria seca da folha; PMS-C= produção de matéria seca do caule; PMS-LF/Plt= produção de matéria seca da folha por planta; PMS-C/Plt= produção de matéria seca do caule por planta; PMFPA/ha= produção de matéria fresca da parte aérea por hectare; PMSPA/ha= produção de matéria seca parte aérea por hectare; Tax-AC= produção de matéria seca por dia; R_L -F/C= relação folha/caule; 120 cm = altura de corte em relação ao solo; 103D-7F = corte restando sete folhas na planta com 103 dias de idade após plantio; 81D-7F = corte restando sete folhas na planta com 81 dias de idade após plantio. *EPM = erro padrão na média. Letras diferentes na linha, apresenta diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Mantendo-se o padrão significância ($P < 0,05$) para o terceiro corte, exceto para o PMS-C (Tabela 10).

Tabela 10. Características produtivas dos diferentes tratamentos do manejo de corte do terceiro corte da moringa.

Variáveis	Corte no Caule Lignificado			EPM*	P valor
	120 cm	103D-7F	81D-7F		
PMS-PA (g/unid.área)	151,41	128,64	163,09	13,91	0,6085
PMS-F (g/unid.área)	98,33	82,03	102,18	9,34	0,6602
PMS-C (g/unid.área)	53,08	46,61	60,89	5,63	0,6033
PMS-PA/Plt (g/planta)	161,61 a	114,30 b	181,65 a	6,29	0,0065
PMS-F/Plt (g/planta)	104,85 ab	72,57 b	113,86 a	4,71	0,0170
PMS-C/Plt (g/planta)	56,77	41,73	67,78	3,91	0,0719
Tax-AC (g/unid.área)	2,26	1,92	2,44	0,21	0,6070
R_L -F/C	1,95	1,74	1,81	0,15	0,8536
PMFPA/ha (t/ha)	7,11	5,38	7,98	0,73	0,3792
PMSPA/ha (t/ha)	1,51	1,29	1,63	0,14	0,6046

PMS-PA= produção de matéria seca da parte aérea; PMS-F= produção de matéria seca da folha; PMS-C= produção de matéria seca do caule; PMS-LF/Plt= produção de matéria seca da folha por planta; PMS-C/Plt= produção de matéria seca do caule por planta; PMFPA/ha= produção de matéria fresca da parte aérea por hectare; PMSPA/ha= produção de matéria seca parte aérea por hectare; Tax-AC= produção de matéria seca por dia; R_L -F/C= relação folha/caule; 120 cm = altura de corte em relação ao solo; 103D-7F = corte restando sete folhas na planta com 103 dias de idade após plantio; 81D-7F = corte restando sete folhas na planta com 81 dias de idade após plantio. *EPM = erro padrão na média. Letras diferentes na linha, apresenta diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para a variável PMS-PA (g/planta) os tratamentos 120 cm e 81D-7F obtiveram as maiores médias, correspondendo respectivamente, a 119,18 e 100,00 g/planta (Tabela 9). Valores estes influenciado pelo PMS-F e do PMS-C. Enquanto que, quando retratado os valores de grama/unidade a área da produção de matéria seca não diferenciou ($P < 0,05$), devido a área da copa da moringa (Tabela 7) ter apresentado comportamento semelhante ao PMS (g/planta).

A área da copa da planta é um fator determinante para a quantificação real da produção, tratando-se de valores representativos de estimativas para hectare, como

o PMF-PA e PMS-PA em (t/ha) que também não se diferenciaram os tratamentos ($P < 0,05$).

Relação do Uso da Água

A relação do uso da água não apresentou efeito ($P < 0,05$) para o 1° e 3° corte da moringa (Tabela 11).

Tabela 11. Relação do uso da água na produção de biomassa sob cultivo irrigado no Submédio do São Francisco primeiro e terceiro corte *Moringa oleifera*.

Variáveis	Corte no Caule Lignificado			Média*	EPM**	P valor
	120 cm	103D-7F	81D-7F			
1° corte						
Prod. MS (kg/ha)	1143,176	714,434	1104,41	987,340	81,087	0,1162
Prod. água MS (l/kg)	5565,410	8469,034	5176,67	6403,705	674,969	0,1556
3° corte						
Prod. MS (kg/ha)	1514,128	1286,368	1630,768	1477,088	139,059	0,6085
Prod. água MS (l/kg)	4461,924	5042,308	3516,56	4340,264	350,454	0,2585

O volume diário de água aplicado foi 8,33 mm; volume total de água aplicado foi 558,18 (mm/ciclo) (estão inclusas as águas aplicadas via irrigação + as águas oriundas das chuvas); Prod. MS (kg/ha) = produtividade de matéria seca em kg/hectare; Prod. água MS = litros de água/kg de matéria seca produzida; 120 cm = altura de corte em relação ao solo; 103D-7F = corte restando sete folhas na planta com 103 dias de idade após plantio; 81D-7F = corte restando sete folhas na planta com 81 dias de idade após plantio. As médias originais seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; *Média Geral dos tratamentos; **Erro padrão da média.

Mesmo não tendo realizado o teste estatístico de comparação das médias nos dois cortes, verificou-se um aumento da relação do uso da água na comparação entres os dois cortes da moringa, com um aumento de 32,22%, devido ao menor rendimento de matéria seca no 1° corte (6403,70 l/kg) diante do 3° corte (4340,26 l/kg), gastando maior quantidade de água (l) no 1° corte para produção de 1 kg de MS.

Os dois experimentos não apresentaram diferença expressiva no percentual de rendimento no 1° e 3° corte simultaneamente, sendo 5285,52 l/kg no experimento 1 e 5371,98 l/kg no experimento 2.

DISCUSSÃO

Características estruturais, produtivas e relação do uso da água na cultura da *Moringa oleifera* Lam.

Para as características estruturais das plantas de *Moringa oleifera* Lam. no primeiro corte verificou-se efeito ($P < 0,05$) para as variáveis Inc-DC, NF-Planta, NF-Sen e NR-Prim (Tabela 7). A estratégia do corte das plantas definida contribuiu para melhores resultados, sendo que, na aplicação dos tratamentos o manejo de 120 cm apresentava-se com maior quantidade de reservas e também culminou para o desequilíbrio hormonal entre auxina e citocinina, devido a remoção do ápice caulinar, e com isso estimulando à ativação das gemas axilares das folhas da moringa, surgindo novos ramos laterais (primários) o que favorece o aumento do número de folhas da planta. Grave (2005) relata as peculiaridades da síntese, do transporte e a ação das auxinas e citocininas, descrevendo o crescimento integrado entre caules e raízes do seguinte modo: um intenso crescimento do sistema radicular (em locais com boa disponibilidade de água e nutrientes) implicaria num aumento da produção e transporte de citocininas, estimulando a iniciação compensatória de gemas caulinares. A iniciação de células estaminais, estabelecimento de padrões e regeneração dos órgãos também dependem da razão auxina e citocinina no meio de indução, sendo que brotos e raízes podem ser regenerados (CHENG et al., 2013).

Devido ao tratamento 120 cm ter apresentado o maior NR-Prim, que culminou para o maior NF-Planta, o maior número de ramos primários favoreceu a maior AC, mesmo não apresentando efeito ($P < 0,05$) (Tabela 7 e 8). Sendo que, o manejo dos ramos primários contribuiu para o melhoramento da estrutura da planta para os posteriores cortes, e assim incrementar em maiores produções de biomassa aérea.

Verificou no 3º corte um maior NR-Sec e o surgimento de novos ramos (terciários), sendo que a produção de novos ramos é, normalmente, um processo contínuo, o qual pode ser acelerado e melhorado pelo corte estratégico da planta (moringa) e, conseqüentemente, melhora do ambiente luminoso na copa da planta (Tabela 8). O conjunto de processos envolvendo as transformações da planta diante de fatores bióticos e abióticos, ao longo do tempo, caracteriza a resposta fenotípica como resultado de mudanças nas características morfogênicas (GARCEZ NETO et al., 2002). A ausência de uma fonte de auxina exógena em Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) propiciou uma maior taxa de brotação e isso criou uma atração de assimilados para as brotações, este comportamento foi observado por Ruíz e Mesén (2010). Verificando a importância de manter a concentração de auxina em nível baixo na moringa com a remoção do ápice caulinar, região de potencial produção na planta. Em fases iniciais do enraizamento o balanço hormonal entre citocininas e auxinas

estimulam as divisões celulares, porém com o aumento das moléculas de citocininas nos tecidos, as mesmas tornam-se inibidoras das divisões celulares devido a sua alta concentração na estaca (KLERK et al., 2001; ROLLI et al., 2012).

Para o PMS-PA verificou-se uma média de 0,99 toneladas de matéria seca por hectare no primeiro corte cultivando 10 mil plantas/hectare com 67 dias após a intervenção do ramo primário a 40 cm (Tabela 9), Valor diferente encontrados por Foidl et al. (2001) no qual cultivaram 95 mil plantas/hectare e encontrou produção no primeiro corte de 3,33 ton/ha com 35 dias de idade. Mesmo o 1º corte ter ocorrido em um período maior no presente estudo, contudo, melhorou a estrutura da planta para o terceiro corte. Visto que, obteve um ganho de produção de 48,3% do primeiro para o terceiro corte, correspondendo respectivamente, 0,986 e 1,476 t/ha (Tabela 9 e 10).

Mesmo diante da pouca diferença entre os experimentos no 3º corte (Tabela 11), verifica-se a importância de fazer interceptação para a quebra da dominância apical da gema principal, como também a dos ramos primários que alcançaram os 40 cm de comprimento no experimento 1.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o desponte realizado no meristema apical na altura de corte de 100 cm do solo apresentou os melhores resultados semelhantes ao de 120 cm, quanto ao rendimento produtivo nos dois cortes, visando a manter os melhores rendimentos produtivos aliado aos ganhos econômicos, e à redução com os gastos culturais.

Portanto a altura de desponte de 100 cm é o mais indicado de acordo com a metodologia adotada.

Quanto ao experimento 2 os tratamentos de altura de corte, 120 cm e 81D-7F apresentaram os melhores os melhores resultados para acumulação de biomassa aérea da moringa.

Não houve diferença ($P < 0,05$) para à relação do uso da água entre os tratamentos em ambos experimentos nos dois ciclos de cortes.

REFERÊNCIAS

BARKER, R. E; FRANK, A. B.; BERDAHL, J. D. Cultivar and clonal differences for water use efficiency and yield in four forage grasses. **Crop Science**, v.29, p.58-61, 1989.

BARRETO, M. B. et al. Constituintes químicos voláteis e não-voláteis da *Moringa oleífera* Lam., Moringaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, n.4, p. 893-897, 2009.

BONAL, R.; RIVERA, R.; BOLÍVAR, M. *Moringa oleífera*: a healthy option for the well-being. **MEDISAN. ISSN**, p. 1029-3019, 2014.

BRUNELI, R. [2010]. **Moringa é alternativa de alimentação para o gado na seca**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18117821/moringa-e-alternativa-de-alimentacao-para-o-gado-na-seca>.> Acesso em: Out. 11, 2018.

CHENG, Z. J. et al. Pattern of auxin and cytokinin responses for shoot meristem induction results from the regulation of cytokinin biosynthesis by auxin response factor. **Plant Physiology**, v. 161, p. 240-251, 2013.

CYSNE, J. R. B. **Propagação in vitro de Moringa oleífera L.** Fortaleza, 2006. 81f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

DAVIES, P. J. **The plant hormones concept: concentration, sensitivity and transport**. In: DAVIES, P.J. PLANT HORMONES: PHYSIOLOGY, BIOCHEMISTRY AND MOLECULAR BIOLOGY. Dordrecht: Kluwer Acad. Publi, p.13-38, 1995.

FOIDL, N. et al. Potentiel de *Moringa oleífera* en agriculture et dans l'industrie. **Potentiel de développement des produits de Moringa. Dar es-Salaam, Tanzanie, du 29 octobre au 2 Novembre 2001**, 2001.

FOIDL, NIKOLAUS et al. Utilización del marango (*Moringa oleífera*) como forraje fresco para ganado. **Fao Animal Production and Health Paper**, p. 341-350, 1999.

GARCEZ NETO, A. F. et al. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 5, p. 1890-1900, 2002.

GOSS, M. A study of the initial establishment of multi-purpose moringa (*Moringa oleífera* Lam.) at various plant densities, their effect on biomass accumulation and leaf yield when grown as vegetable. **African Journal of Plant Science**, v.6, n.3, p. 125-129, 2012.

GRAVE, F. **Propagação vegetativa de Luehea divaricata via estaquia em 4 diferentes concentrações de AIB em diferentes épocas de coleta das estacas**. In: GRAVE, F. ESTUDOS DOS ASPECTOS REPRODUTIVOS EM LUEHEA DIVARICATA MARTIUS (AÇOITA-CAVALO). 2005. p. 6 – 46, Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

KLERK, G.J.; HANECÁKOVA, J.; JASIK, J. The role of cytokinins in rooting of stem slices cut from apple microcuttings. **Plant Biosystem**, v.135, p.79-84, 2001.

LEMOS, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 3ª Ed., p. 83, Campinas-SP, 1996.

MOURA, A. S. et al. **Estudo da eficiência de métodos de obtenção de concentrados protéicos a partir de moringa (*Moringa oleifera* Lamarck)**. II Encontro Nacional de Moringa – ENAM 2010.

OLIVEIRA, G. P. **Indução floral da mangueira ‘Ubá’ na Região da Zona da Mata de Minas Gerais**. 2015. 65p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

OLIVEIRA, M. B. et al. Paclobutrazol and tip pruning in the management of ‘Palmer’ mango trees in the semi-arid region of Brazil. **Acta Horticulture**, v. 1075, n. 1, p. 149-156, 2015.

PÉREZ, A. et al. Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, Lamark. Uma alternativa para la alimentación animal. **Pastos y Forrajes**, v. 33, n. 4, p. 1-16, 2010.

ROLLI, E. et al. Structure activity relationships of N-phenyl-N'-benzothiazol-6-ylurea synthetic derivatives: Cytokinin-like activity and adventitious rooting enhancement. **Phytochemistry**, v.74, p.159-165, 2012.

RUÍZ-SOLSOL, H.; MESÉN, F. Efecto del ácido indolbutírico y tipo de estaquilla en el enraizamiento de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.). **Agronomia Costarricense**, v.34, n.2, p.259-267, 2010.

SAMPAIO, E. S. **Fisiologia vegetal: teoria e experimentos**. Ponta Grossa: UEPG, 1998. 177 p. SAKAI, A.; SAKAI, S. A.; AKIYAME, F. Sprouting tree species on erosion-prone sites carry large reserves of resources?. **Annals of Botany**, v. 79, n. 6, p. 625-630, 1997.

SRIVASTAVA, L.M. **Plant Growth and Development: hormones and the environment**. New York: Academic Express, 2002. 772p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 848p, 2013.

TEIXEIRA, A. H. C. **Informações agrometeorológicas do Polo Petrolina, PE/Juazeiro, BA - 1963 a 2009**. Documentos [da] Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, n. 233, p. 1 - 21, 2010.

VIEIRA, H.; GARÓFALO, L. H.; VIÉGAS R. A. Diagnóstico de sintomas de deficiência de macronutrientes em mudas de moringa (*Moringa oleifera*). **Cerne**, v. 13, Suplemento, p. 47-53, 2007.

7. CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS NA ENSILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR COM FENO DE *MORINGA OLEIFERA* LAM.

RESUMO:

A ensilagem de cana-de-açúcar possui alguns entraves, como a considerável concentração de etanol, que é produzida no processo fermentativo, tendo em vista o alto teor de sacarose da cana, que facilmente é convertido a álcool, devido a ação principalmente de leveduras presentes, e além dos baixos teores de minerais e proteínas. A moringa (*Moringa oleifera* Lam.) é uma forrageira que na forma de feno, pode ser usada na ensilagem de cana-de-açúcar como aditivo proteico e dessecante, auxiliando na fermentação e redução das perdas, visto o seu potencial forrageiro e valor nutricional. Objetivou-se avaliar a inclusão de feno de moringa sobre as características fermentativas na silagem de cana-de-açúcar, foi elaborado experimento em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos (níveis de inclusão: 0, 10, 20 e 30%), e com cinco repetições. Após 60 dias do fechamento dos silos, foram determinadas as perdas na forma de gases, perda total, recuperação de matéria seca e produção de efluentes. Os silos foram abertos e obtido o extrato aquoso das silagens, e determinados os teores dos ácidos orgânicos (acético, butírico, láctico e propiônico), etanol e valores de pH. Constatou-se um acréscimo de 0,36% de proteína bruta a cada unidade (%) de inclusão do feno de moringa na silagem de cana-de-açúcar. Verificou que o tratamento com 30% de inclusão de feno de moringa na ensilagem de cana-de-açúcar reduziu as perdas fermentativas, a produção de etanol e propiciou melhora nas características nutricionais, principalmente no teor proteico e energético.

PALAVRAS-CHAVE: moringa; fermentação; alimentação animal; espécie forrageira; conservação do alimento; silagem; proteína.

ABSTRACT:

The sugar cane ensilage has some obstacles, such as the considerable ethanol concentration, which is produced in the fermentation process, considering the high sucrose content of sugarcane, which is easily converted to alcohol, due to the action mainly of yeast present, and in addition to the low levels of minerals and proteins. The moringa (*Moringa oleifera* Lam.) is a forage that in the form of hay, can be used in the silage of sugarcane as a protein additive and desiccant, assisting in the fermentation and reduction of losses, considering its forage potential and nutritional value. The objective of this study was to evaluate the inclusion of moringa hay on fermentative characteristics in sugarcane silage, experiment was elaborated in a completely randomized design (DIC) with four treatments (inclusion levels: 0, 10, 20 and 30%), and with five repetitions. After 60 days of silo closure, losses in the form of gases, total loss, dry matter recovery and effluent production were determined. The silos were opened and obtained the aqueous extract of the silages, and determined the contents of organic acids (acetic, butyric, lactic and propionic), ethanol and pH values. An increase of 0.36% of crude protein was observed in each unit (%) with the inclusion of moringa hay in sugarcane silage. It was found that the treatment with 30% inclusion of moringa hay in the silage of sugarcane reduced the fermentative losses, the production

of ethanol and provided improvement in the nutritional characteristics, mainly in the protein and energetic content.

KEY WORDS: moringa; fermentation; sugar cane; animal food; forage species; food conservation; silage; protein.

INTRODUÇÃO

No Brasil tem-se observado valorização crescente do cultivo da cana-de-açúcar, sobretudo, na demanda de produção de biocombustíveis e uso na produção de forragem para alimentação animal (VOLTOLINI et al., 2012). Devido aos avanços recentes no melhoramento genético da cana-de-açúcar, tem-se explorado ao máximo seu alto potencial produtivo (MS ton/ha) e energético, pois seu rendimento de matéria seca e acumulação de carboidratos solúveis foram maximizados, sendo uma boa alternativa forrageira para a alimentação de animais, principalmente no Nordeste, em períodos de escassez de alimento, podendo ser conservada na forma de silagem.

Contudo, para uma fermentação anaeróbia adequada algumas características são indesejáveis na massa ensilada, como alta umidade no momento da colheita, alto poder tampão e baixo teor de carboidratos solúveis (COUTINHO et al., 2015). Justamente, por seu elevado teor de carboidratos solúveis em torno de 40% da MS, a cana-de-açúcar é altamente susceptível à ação de leveduras (BALIEIRO NETO et al., 2007). E assim, a ensilagem de cana-de-açúcar possui alguns entraves, como a considerável concentração de etanol que é produzida no processo fermentativo, tendo em vista o alto teor de sacarose da cana, que é facilmente convertido a álcool (QUEIROZ et al., 2015), devido a ação principalmente de leveduras presentes no processo. Isso modifica o padrão fermentativo da silagem, com significativa perda de MS, em torno de 49% (SCHMIDT et al., 2007), além dos baixos teores de minerais e proteína ($\leq 3\%$) observados (PEDROSO et al., 2005).

Como alternativa para melhorar as características físico-química da silagem de cana-de-açúcar de forma inclusiva surge a moringa (*Moringa oleifera* Lam.), uma espécie com ampla adaptação edafoclimática, halófito e tolerante a seca, que consegue se desenvolver em solos menos férteis, o que possibilita a sua sobrevivência em regiões áridas e semiáridas (WAKIL et al., 2014). Esta espécie foi introduzida no Nordeste do Brasil para ser usada como fonte de proteínas para os

animais, especialmente as folhas (FARIAS et al., 2008), que podem conter até 27,44% de proteína bruta (OLUGBEMI et al., 2010). A utilização de feno de espécies forrageiras com elevado teor proteico pode contribuir para melhorar a qualidade das dietas e, conseqüentemente, permitir o aumento dos baixos índices zootécnicos atuais nessa região (MISTURA, 2010).

As mudanças no desenvolvimento da fermentação de silagens devido à aplicação de aditivos podem alterar a composição final do alimento e afetar o consumo de matéria seca, assim como a digestibilidade de nutrientes (NEUMANN et al., 2011). E assim, verificar sobre a propriedade de reduzir população de leveduras na cana de açúcar com intermédio da moringa, verificando a diferença na produção de etanol e compostos originados do dióxido de carbono, como resíduos metabólicos durante o processo de fermentação alcoólica. Uma vez que, a moringa possui flavonoides (VERMA et al., 2009), que são reconhecidos como a maior classe de metabolitos secundários com potencial antioxidante devido à alta capacidade de sequestrar radicais livres (VALLI et al., 2016), associados a atividade antimicrobiana.

Diante disso, com o alto potencial para exploração da *Moringa oleifera* Lam., devido sua favorável composição químico-bromatológica, objetivou-se avaliar os efeitos de níveis de inclusão de feno de moringa (0, 10, 20 e 30%) na ensilagem de cana-de-açúcar sobre o padrão de fermentação.

MATERIAL E MÉTODOS

Para confecção das silagens, foram utilizados 20 silos constituídos de baldes plásticos com 16 litros de capacidade, com 2kg de areia seca no fundo, tela fina de plástico e de tecido de algodão sobrepostos e tampas dotadas de válvulas do tipo Bunsen, para escape dos gases e quantificação gravimétrica destes.

As forrageiras utilizadas foram colhidas manualmente com idades de vinte e quatro meses de idade para a cana-de-açúcar (*Saccharum ssp.*) e com seis e oito meses a moringa – *Moringa oleifera* Lam. em dois cortes. Para isso, a cana-de-açúcar (*Saccharum ssp.*) foi triturada com auxílio de uma colhedora de forragem marca/modelo: NOGUEIRA PECUS 9004 com tamanhos de partículas entre 10 – 25 mm, e a *Moringa oleifera* Lam. triturada em forrageira estacionária com tamanho de partícula médio de 2 a 3 mm, e compactadas por pisoteio, objetivando alcançar

densidade mínima de 600 kg/m^{-3} de forragem fresca, obedecendo às devidas proporções (0, 10, 20 e 30% de feno de moringa em substituição a cana-de-açúcar).

O feno de moringa foi confeccionado ao atingir o ponto de fenação (88 a 92% de matéria seca), o mesmo foi recolhido e armazenado em local seco. Sendo, o corte da fração comestível (folhas e caules) efetuado pela manhã, logo após a evaporação do excesso de orvalho. A retirada dos galhos foi manual, e após o corte a forragem era espalhada sobre uma lona plástica, para iniciar o processo de desidratação. O material cortado foi revolvido durante oito dias para desidratar ao ponto de feno.

A percentagem dos nutrientes digestíveis totais (NDT) dos tratamentos foi obtida pela equação proposta por CAPELLE (2001), em que: $\text{NDT} = 83,79 - (0,4171 \times \text{FDN})$.

Amostras de cada forragem foram coletadas para determinação de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) (AOAC, 1995), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) (VAN SOEST et al., 1991), obtendo-se valores de 32,7%; 2,94%; 53,7% e 30,4% para cana-de-açúcar e 92,6%; 17,5%; 41,7% e 26,2% para o feno de moringa, respectivamente. Logo após os silos foram devidamente vedados com auxílio de fita adesiva, pesados para mensuração da densidade e mantidos em local protegido à temperatura ambiente.

Decorridos 60 dias, os silos foram abertos e submetidos a avaliações de perda por gases, obtida com base na pesagem dos silos no fechamento e na abertura, perda de matéria seca, determinada pela diferença entre o peso bruto de MS inicial e final dos silos e produção de efluente, calculada pela diferença de peso do conjunto silo+areia+tela+tecido na abertura (após retirar a forragem do silo) e no fechamento dos silos, conforme equações descritas por Siqueira et al. (2007).

$\text{PE} = (\text{PSAF} - \text{PSAI}) / \text{MNI} \times 1000$, em que: PE = produção de efluente (kg de efluente/ton de matéria verde ensilada); PSAF = peso do conjunto silo, areia, tela e tecido após a abertura (kg); PSAI = peso do conjunto silo, areia, tela e tecido antes da ensilagem (kg); e MNI = quantidade de forragem ensilada (kg). $\text{PG} = (\text{PSI} - \text{PSF}) / \text{MSI} \times 100$, em que: PG = perda por gases (% da MS); PSI = peso do silo no momento da ensilagem (kg); PSF = peso do silo no momento da abertura (kg); e MSI = matéria seca ensilada (quantidade de forragem em kg \times %MS). Recuperação de MS = $(\text{MSi} / \text{MSf}) \times 100$, em que: MSf = quantidade de MS final; MSi = quantidade de MS inicial.

A perda total de matéria seca foi calculada pela diferença entre os pesos brutos de MS inicial e final dos silos, em relação à quantidade de MS ensilada, descontados o peso do conjunto silo e areia úmida na abertura (SCHMIDT, 2006) e a densidade

calculada a partir da massa ensilada da forragem e do volume do silo, sendo expressa em kg de matéria verde por metro cúbico (kg MV.m⁻³).

O material retirado foi homogeneizado e dele foram colhidas amostras que foram secas em estufa de circulação forçada de ar regulada a 55°C, durante 72 horas, moídas em moinho tipo Willey, com peneira de 1 mm e analisadas quanto o teor de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB), de acordo com a AOAC (1995).

Em prensa hidráulica, foi obtido o extrato das silagens, a partir do qual foi possível a determinação do pH em potenciômetro digital, etanol e dos ácidos orgânicos. As concentrações dos ácidos acético, propiônico e butírico e de etanol foram medidas por cromatografia gasosa em cromatógrafo ThermoScientific®, equipado com detector de ionização de chama fixado e injeção automática de amostras. O teor de ácido láctico foi determinado por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC).

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos (níveis de inclusão: 0, 10, 20 e 30%) e cinco repetições.

Os resultados foram analisados pelo programa computacional Statistical Analysis System – SAS (Versão 9.4, 2016), sendo anteriormente verificada a normalidade dos resíduos pelo teste de SHAPIROWILK (PROC UNIVARIATE) e as variâncias comparadas por contrastes ortogonais, com nível de significância de 5% pelo PROC GLM. Posteriormente às análises de contrastes, quando significativas, determinaram-se os parâmetros das equações de regressão pelo PROC REG.

Foi empregado o seguinte modelo matemático:

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}; \quad \varepsilon_{ij} \text{ IID} \sim N(0; \sigma^2)$$

Em que:

y_{ijk} = Valor observado para variável resposta obtido para o i -ésimo tratamento em sua j -ésima repetição;

μ = Média de todos os valores possíveis da variável resposta;

τ_i = Efeito do i -ésimo tratamento;

ε_{ij} = Erro experimental.

RESULTADOS

De acordo com análise estatística as variáveis apresentaram efeito ($P < 0,05$) na Tabela 1.

Tabela 1. Médias dos valores de densidade, perdas de gás, perda total, recuperação da matéria seca e matéria seca de silagens de cana-de-açúcar com moringa.

Variáveis	Inclusão do Feno de Moringa (% MS)				EPM*	P valor	
	0	10	20	30		L	Q
Densidade, kg MV m ⁻³	503,98	476,13	434,58	408,29	8,516	<0,0001 ¹	<0,7317
Perdas de Gás, % MS	25,26	33,73	20,99	16,57	1,495	<0,0001	<0,0001 ²
Perda Total de MS, %	27,43	33,90	21,14	16,68	1,531	<0,0001	<0,0001 ³
Recuperação da MS, %	72,57	66,10	78,86	83,23	1,531	<0,0001	<0,0001 ⁴
Perdas por efluente, kg t ⁻¹ MV	27,94	2,43	1,85	1,27	2,595	<0,0001	<0,0001 ⁵
Matéria Seca, %	25,31	29,48	36,16	44,11	1,638	<0,0001	<0,0001 ⁶

*Erro-padrão da média; equação de regressão; R² = coeficiente de determinação; ¹ $\hat{y}=505,11 - 3,2880x$, R²=0,98; ² $\hat{y}=26,7425 + 0,5781x - 0,0322x^2$, R²=0,69; ³ $\hat{y}=28,8061 + 0,3699x - 0,0273x^2$, R²=0,74; ⁴ $\hat{y}=71,1939 - 0,3699x + 0,0273x^2$, R²=0,74; ⁵ $\hat{y}=26,69 - 2,6754x + 0,0623x^2$, R²=0,93; ⁶ $\hat{y}=25,24790 + 0,34697x + 0,00947x^2$, R²=0,99.

Para a densidade, constatou-se efeito linear decrescente com 3,29% de redução a cada porcentagem do aditivo.

A perda na forma de gases apresentou menor valor para o nível maior (30% de inclusão de moringa) e enquanto para o nível máximo de inclusão de moringa foi de 8,98%, respectivamente, apresentando os valores de 15,13 e 29,33 % MS. Quanto a produção de efluente de 1,27 kg t⁻¹ MV a 27,94 kg t⁻¹ MV que reduziram 48,4 e 95,4%, respectivamente, com o nível máximo de inclusão de moringa.

A perda total e a recuperação da matéria seca apresentaram nível máximo de 6,77% de inclusão do feno de moringa, ambas respectivamente, apresentaram 30,06 e 69,94 %. A perda total de matéria seca foi reduzida com a inclusão da moringa até o nível de 30% de inclusão (13,27%), enquanto que, a recuperação da matéria seca obteve comportamento inverso (84,67%), respectivamente, 55,85 % de redução e 17,4 % de aumento, fato este justificável pelo maior teor de matéria seca obtido quanto maior o volume do feno da moringa na ensilagem da cana-de-açúcar.

Foi observado elevação dos teores de matéria seca (Tabela 1) em função do acréscimo do feno de *Moringa oleífera* nas silagens, que apresentou ponto máximo

de inclusão 18,31%, atribuindo esse maior quantitativo ao feno de moringa usado ter apresentado 92,6% de MS.

Como observado a adição do feno de moringa contribui para o aumento do pH na ensilagem da cana-de-açúcar, de acordo com o comportamento linear crescente ($P < 0,05$) (Tabela 2).

Tabela 2. pH, ácidos graxos e etanol de silagens de cana-de-açúcar com moringa.

Variáveis	Inclusão do Feno de Moringa (% MS)				EPM*	P valor	
	0	10	20	30		L	Q
pH	2,96	3,27	3,45	3,58	0,054	<0,0001 ¹	<0,7317
Ácido láctico, % MS	2,56	2,43	2,08	1,48	0,104	<0,0001	<0,0141 ²
Ácido Acético, % MS	1,15	0,87	0,64	0,51	0,056	<0,0001	<0,0001 ³
Ácido Propiônico, % MS	0,035	0,022	0,021	0,016	0,0016	<0,0001	<0,0001 ⁴
Ácido Butírico, % MS	0,035	0,035	0,021	0,019	0,0019	<0,0001 ⁵	<0,7644
Etanol, % MS	25,99	22,16	15,94	2,47	2,051	<0,0001	<0,0001 ⁶

*Erro-padrão da média; equação de regressão; R^2 = coeficiente de determinação; ¹ $\hat{y}=3,008 + 0,0204x$, $R^2=0,94$; ² $\hat{y}=2,55860 - 0,00034x - 0,00119x^2$, $R^2=0,85$; ³ $\hat{y}=1,15240 - 0,03236x + 0,00036x^2$, $R^2=0,99$; ⁴ $\hat{y}=0,03383 - 0,00118x + 0,00002x^2$, $R^2=0,93$; ⁵ $\hat{y}=0,0366 - 0,00061x$, $R^2=0,70$; ⁶ $\hat{y}=25,745 - 0,04420x - 0,02412x^2$, $R^2=0,99$.

Valores máximos estes, derivados para o ácido láctico e etanol de acordo com o modelo selecionado ($P < 0,05$) apresentaram-se negativos, mesmo assim, constam de acordo com as médias de cada tratamento observado (Tabela 2), efeito decrescente devido ao aumento da unidade percentual do feno de moringa adicionado. Comportamento semelhante verificou-se para os demais ácidos orgânicos (ácido acético, propiônico e butírico).

O ácido acético apresentou efeito quadrático com valores decrescente com a inclusão do feno de moringa, semelhante ao ácido propiônico que apresentou o ponto máximo de 29,5% de inclusão do feno de moringa, com valor derivado do produzido durante o processo igual a 0,0016 de % MS. Porém, sua relação ácido acético:propiônico de acordo com os valores estimados da equação de regressão, o maior valor foi determinado com o tratamento sem inclusão de feno de moringa, diferente para o de maior inclusão, correspondendo respectivamente, aos valores de 30,09 e 30,77.

O teor de etanol diminuiu com adição de moringa. Isto pode ser explicado principalmente pelo maior teor de matéria seca observado nas silagens com moringa.

Constatou-se um aumento na proteína bruta (PB) com a inclusão de feno de moringa na silagem de cana-de-açúcar (Tabela 3), contudo, o modelo selecionado

demonstrou que o ponto máximo encontrado foi superior ao nível maior do presente estudo.

Tabela 3. Teores médios de Proteína Bruta (PB), Material Mineral (MM), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA) e Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) de silagens de cana-de-açúcar com inclusão de diferentes níveis de feno de moringa.

Variáveis	----Inclusão do Feno de Moringa (% MS) ---				EPM*	P valor	
	0	10	20	30		L	Q
PB	3,23	7,68	10,58	14,16	0,920	<0,0001	<0,0077 ¹
MM	3,74	5,04	5,88	6,17	0,217	<0,0001	<0,0001 ²
FDN	64,92	58,08	54,36	52,72	0,098	<0,0001	<0,0001 ³
FDA	38,41	35,80	33,50	32,30	0,546	<0,0001	<0,0073 ⁴
NDT	56,71	59,57	61,11	61,80	0,458	<0,0001	<0,0001 ⁵

*Erro-padrão da média; equação de regressão; R^2 = coeficiente de determinação. ¹ $\hat{y}=3,34210 + 0,42211x - 0,00218x^2$, $R^2=0,99$; ² $\hat{y}=3,73440 + 0,15704x - 0,00252x^2$, $R^2=0,99$; ³ $\hat{y}=64,86750 - 0,79255x + 0,01297x^2$, $R^2=0,96$; ⁴ $\hat{y}=38,44970 - 0,31213x + 0,00352x^2$, $R^2=0,96$; ⁵ $\hat{y}=56,73620 + 0,33042x - 0,00541x^2$, $R^2=0,96$.

Quanto ao material mineral (MM) apresentou efeito ($P<0,05$) quadrático com o nível máximo de inclusão do feno de moringa de 31,16%, e à derivação semelhante a nível máximo do feno de moringa encontrado no estudo.

Quanto à fibra em detergente neutro (FDN) apresentou-se um efeito quadrático com decréscimo com a inclusão do feno, correspondendo ao ponto máximo (52,76%) a 30,55% de FDN.

Verificou-se o decréscimo na porcentagem de FDA com a inclusão do feno de moringa na silagem de cana-de-açúcar, sendo inversamente ao valor energético (NDT), que foi influenciado positivamente com o feno de moringa, apresentou valor de 61,78% de NDT, de acordo com o ponto máximo encontrado (30,53%), sendo ambas variáveis apresentaram o modelo quadrático.

DISCUSSÃO

Para a densidade (Tabela 1), constatou-se efeito linear decrescente, atribuído ao incremento do material com baixo teor de umidade (desidratado), mantendo o volume e reduzindo o peso da biomassa da cana-de-açúcar+feno de moringa. Uma vez que, as folhas e caules da moringa apresentam teores de matéria seca de 21,0 e 15,0% da matéria fresca segundo Oliveira et al. (2017a).

Quanto às perdas na forma de gás e a produção de efluente (Tabela 1), foram reduzidas com o nível máximo de inclusão do feno de moringa, devido à redução no teor de umidade na silagem de cana. Já que, os efluentes têm maior ocorrência em silagens que apresentam teor de umidade acima de 75%, e deve ser evitado para não ocasionar maiores perdas no processo fermentativo, como o aumento da proteólise e o estabelecimento de bactérias do gênero *Clostridium* (FERNANDES et al., 2016).

À medida que se aumentou a proporção do feno de *Moringa oleifera* na silagem de cana-de-açúcar, observou-se redução nas perdas fermentativas (Tabela 1), em função do aumento do teor de matéria seca proveniente do feno de *Moringa oleifera*. Segundo Silva et al. (2014), maiores concentrações de minerais na massa ensilada, concorrem para uma alta pressão osmótica, o protoplasma das células dos microrganismos se desidrata, havendo contração da membrana plasmática (plasmólise) em virtude disso, o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis é inibido (REZENDE et al., 2011).

Segundo Santos et al. (2006), as perdas de energia são proporcionalmente menores que as perdas de matéria seca, justificando a utilização deste critério como parâmetro determinante de qualidade da silagem. Perdas estas ocasionados no processo de fermentações por bactérias do gênero *Clostridium* (FERREIRA et al., 2013), que ocasiona silagens de baixa qualidade, por meio da perda de nutrientes através da lixiviação pela elevada quantidade de efluente produzido, além das perdas por gases.

De acordo com Santos et al. (2008) e Ferreira et al. (2013), a maior produção de ácido láctico pode levar a menores perdas de MS em silagens de capim, considerando-se que a fermentação láctica resulta em mínimas perdas, ao passo que as fermentações acética e butírica estão associadas a fermentações secundárias e perdas de MS na forma de gases.

Pode-se evidenciar alteração sob ordem quantitativa, pelo acúmulo de matéria seca oriundo do incremento do aditivo, quanto qualitativa pelos nutrientes apresentado, causando alterações relacionadas a fração fibrosa e a densidade energética da silagem. Carvalho et al. (2014) ao adicionar maniçoba no tratamento com 40% de matéria verde (31,5% de MS) na silagem de cana (28,5% de MS – considerada normal MS para ensilagem da cana), verificaram também aumento no teor de matéria seca das silagens. A cana-de-açúcar antes da ensilagem apresentava-se com 32,7% de MS, pois a mesma tinha idade de corte avançada, e posteriormente

constatou uma redução de 22% do teor de MS na abertura da silagem. Tendo em face à variabilidade existente na ingestão e na digestibilidade, o desempenho animal poderá ser afetado, porque o consumo de matéria seca pelo ruminante está relacionado com o teor de fibra em detergente neutro (FDN) da dieta (OLIVEIRA, et al., 2002). A utilização de volumosos, como a cana-de-açúcar, com alto teor de FDN ou baixa digestibilidade da fibra pode resultar em elevado tempo de retenção da digestão no rúmen, afetando o consumo.

Como observado a adição do feno de moringa contribui para o aumento do pH da ensilagem de cana-de-açúcar (Tabela 2), sendo que, a adição aos 20% de inclusão do feno de moringa em diante diminui as perdas inerentes ao processo de conservação. Cavali et al. (2010) ressaltaram que, para silagem de cana-de-açúcar, o pH, quando considerado isoladamente, não é um bom indicador de qualidade da fermentação, pois a principal fermentação indesejável na silagem de cana é caracterizada pela ocorrência de leveduras que se desenvolvem mesmo em baixos valores de pH, e o próprio etanol podem agir como inibidor microbiano. Estes autores avaliaram silagens mistas de cana-de-açúcar com capim elefante e encontraram efeito semelhante para o pH da silagem de cana sem inoculantes. Possivelmente, devido a ação do aditivo, por meio da elevação dos valores de pH no momento da ensilagem e pela capacidade de aumento na pressão osmótica do meio, fez com que o ambiente antes favorável ao desenvolvimento das leveduras se tornasse inapropriado, reduzindo perdas por gases nestas silagens (AMARAL et al., 2009). Passos et al. (2012) avaliando as características físico-químicas de partes constituintes de *Moringa oleifera* Lam., utilizadas nas formas *in natura* e seca, constatou-se pH e atividade da água na folha seca, respectivamente, de 5,50 e 0,39. Dados estes que corroboram para justificar o efeito dos valores observados para o pH nesta análise (Tabela 2), das amostras contendo o feno seco, por causa do teor reduzido de água existente no mesmo, e à atividade da água (*a_w*) reduzida, contribuindo para a menor deterioração na silagem.

O ácido láctico é um subproduto da respiração anaeróbica. Segundo Santos et al. (2008), o tamponamento dos ácidos produzidos pela fermentação serve de estímulo para maior conversão dos açúcares solúveis em ácido láctico, aumentando a concentração desse produto final e evitando a produção de etanol. Os valores de concentração do etanol encontrados apresentaram-se superiores, exceto 30% de inclusão de feno da moringa, a outros relatados na literatura para silagens de cana-

de-açúcar, que estão na faixa de 6,9 a 19,3 g/kg MS (FREITAS et al., 2006; SANTOS et al., 2010).

Tratando-se da produção de ácidos carboxílicos de cadeia curta na ensilagem, espera-se que ocorra aumento na produção de ácido propiônico (propionato), com consequência na alimentação do animal ocorra a redução na relação acetato:propionato no rúmen. A maior proporção de propionato é benéfica, por disponibilizar no rúmen menores quantidades de carbono e hidrogênio que seriam utilizados para a produção de metano. A melhora na eficiência alimentar ocorre devido ao aumento na proporção de propionato em relação ao acetato, depressão na produção de metano e na degradação da proteína da dieta (FERREIRA, A. F.; THIAGO, P. A. 2016). Que vem sendo praticada com o uso dos ionóforos, que elevam a participação de bactérias gram-negativas no rúmen, com aumento da proporção de propionato e redução das proporções de acetato e butirato e da produção de metano em até 30%, o que pode aumentar a energia líquida (RODRIGUES et al., 2007).

O teor de etanol diminuiu com adição de moringa (Tabela 2). Este resultado pode ter contribuído para a elevada produção de efluente na silagem sem inclusão de moringa (tratamento controle) (Tabela 1). Na silagem de cana-de-açúcar, a produção de gás carbônico durante a fermentação é bastante significativa e as perdas por gases apresentam alta correlação com a produção de etanol por leveduras (AMARAL et al., 2009). Já foram realizados estudos visando contornar resultados negativos e admitindo que a silagem de cana-de-açúcar necessita de aditivos que possibilitem controlar a principal forma de fermentação que ocorre, a alcoólica, e reduzir as perdas no valor nutritivo (LIMA et al., 2007), com a inoculantes microbianos (SIQUEIRA et al., 2010; MIRANDA et al., 2011; SCHMIDT et al., 2011) com o intuito de obter uma boa silagem de qualidade. Sendo a cana-de-açúcar rica em carboidratos, especialmente sacarose, sendo esta convertida em glicose e frutose pela enzima invertase no processo de hidrólise, durante a reação geral da glicólise: $\text{glicose} + 2 \text{NAD}^+ + 2 \text{ADP} + 2 \text{P}_i \rightarrow 2 \text{piruvato} + 2 \text{NADH} + 2 \text{ATP} + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{H}^+$, em condições anaeróbicas na levedura, o piruvato é descarboxilado formando CO_2 e acetaldeído, que é então reduzido pelo NADH gerando NAD^+ e etanol, esse processo é conhecido como fermentação alcoólica. O controle de perdas e a redução na produção de etanol devem ser, portanto, o foco na ensilagem de cana-de-açúcar (BERNARDES et al., 2007).

A inclusão de feno de moringa na silagem de cana-de-açúcar contribui de modo positivo para a qualidade nutricional da mesma, visto que melhorou principalmente, a

proteína (PB) e os nutrientes digestíveis totais (NDT). O teor proteico foi favorecido devido ao feno de moringa conter 17,5% de PB, valor este semelhante, ao encontrado por Oliveira et al. (2017b) para as folhas e caules da moringa apresentaram teores de proteína bruta de 23,0 e 9,0%, respectivamente.

Quanto ao material mineral apresentou-se o ponto máximo com a maior inclusão de feno de moringa, sendo inferior ao encontrado por Oliveira et al. (2017c) que também determinou o material mineral do feno de moringa com valor de 8,52 % MS. Comportamento semelhante foi encontrado por Queiroz et al. (2015), estudando a adição da taboa nas silagens de cana, verificando-se aumento na ordem de 107%, considerando-se os níveis 0 e 60% de taboa. Silva et al. (2014), em estudo de associação da erva sal na ensilagem de cana-de-açúcar, também observaram efeito linear crescente no teor de material mineral dessas silagens, melhorando tanto sua composição química quanto as características fermentativas.

Quanto à fibra detergente neutro (FDN) apresentou-se um efeito linear decrescente com a inclusão do feno. Pérez (2011) mostra que a folhagem e silagem de moringa tiveram altas concentrações de proteína bruta e uma baixa concentração de FDN em comparação com *Pennisetum purpureum* cv. CT-115 utilizado no experimento. O detergente neutro possibilita a separação do conteúdo celular (fração solúvel), formada por proteínas, carboidratos solúveis e lipídeos da parede celular, da fração insolúvel no detergente neutro, a qual é chamada de fibra em detergente neutro (FDN), constituída de celulose, hemicelulose, lignina, proteína danificada pelo calor e matéria mineral (cinzas). Pois, à medida que incluiu mais o feno de moringa, devido a redução na relação cana-de-açúcar:feno de moringa, a concentração dos componentes digestíveis, como os carboidratos e as proteínas (Tabela 3) aumentaram, e a proporção de fibras diminuiu.

Verificou-se decréscimo para FDA com a inclusão de feno de moringa na silagem de cana-de-açúcar, sendo inversamente ao valor energético (NDT) influenciado positivamente com o aumento de feno de moringa, constituindo um aditivo energético promissor na produção de silagem de cana-de-açúcar favorecendo o presente resultado. Devido a moringa tem o teor de lignina muito baixo (cerca de 5%), a fração hemicelulose + celulose é muito alta (FOIDL et al., 2001).

CONCLUSÃO

Verificou que o tratamento com 30% de inclusão de feno de moringa na ensilagem de cana-de-açúcar reduziu as perdas fermentativas, a produção de etanol e propiciou um aumento nas características nutricionais, como o aumento no teor proteico e energético (NDT) principalmente.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, R. C. et al. Cana-de-açúcar ensilada com ou sem aditivos químicos: fermentação e composição química. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1413-1421, 2009.
- AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). Official Methods of Analysis. Washington: **Association of Official Analytical Chemists**, 1995. p. 1141.
- BALIEIRO NETO, G. et al. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1231-1239, 2007.
- CAPELLE, E. R. et al. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 6, n. 30, p. 1837-1856, 2001.
- CARVALHO, F. A. L. de et al. Características fermentativas na ensilagem de cana-de-açúcar com maniçoba. **Ciência Rural**, v. 44, n. 11, p. 2078-2083, 2014.
- CAVALI, J. et al. Mixed sugarcane and elephant grass silages with or without bacterial inoculant. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.462-470, 2010
- COUTINHO, J. de O. et al. Efeito de aditivo em silagens de leguminosas forrageiras. **Ciência et Praxis**, v. 8, n. 15, p. 53-57, 2015.
- FARIAS, S. G. G. et al. Respostas de plantas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) inoculadas com fungos micorrízicos e submetidas ao estresse hídrico. **Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, v. 5, n. 3, p. 36-46, 2008.
- FERNANDES, G. F.; EVANGELISTA, A. F.; BORGES, L. S. Potencial de espécies forrageiras para produção de silagem: revisão de literatura. **Revista Eletrônica Nutri Time**, v. 13, n. 3, p. 4652-4656, 2016.
- FERREIRA, A. F.; THIAGO, P. A. Utilização de monensina sódica para bovinos de corte a pasto. **Revista Investigação**, v. 15, n. 7, p. 37-42, 2016.
- FERREIRA, D. J. et al. Silage fermentation and chemical composition of elephant grass inoculated with rumen strains of *Streptococcus bovis*. **Animal Feed Science and Technology**, v.183, n.1, p.22-28, 2013.

FOIDL, N. et al. Potentiel de Moringa oleifera en agriculture et dans l'industrie. **Potentiel de développement des produits de Moringa. Dar es-Salaam, Tanzanie, du 29 octobre au 2 Novembre 2001**, 2001.

FREITAS, A. W. P. 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.

LIMA, J. A. de et al. Valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar aditivada com hidróxido de cálcio. **Boletim de Indústria Animal**, v. 64, n. 4, p. 329-338, 2007.

MIRANDA, D. C. L. et al. Composição e pH de silagem de cana-de-açúcar com aditivos químicos e microbiológicos. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 54, n. 2, p. 122-130, 2011.

MISTURA, C. et al. Produção e partição da biomassa e parâmetros estruturais do caule e da folha da cunhã adubada com fósforo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.2, p.282-291, 2010.

NEUMANN, M. et al. Chemicals additive used in silages. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 3, n. 2, p. 187-208, 2011.

OLIVEIRA, M. V. M. et al. *Moringa oleifera* na alimentação de bezerros lactentes da raça Pantaneira. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 18, n. 1, p.152-160, 2017.

OLIVEIRA, M. D. S. et al. Efeito da hidrólise com NaOH sobre a digestibilidade in vitro da matéria seca da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) **RS Veterinaria**, v. 18, n. 2, p. 167-173, 2002.

OLUGBEMI, T. S.; MUTAYOBA, S. K.; LEKULE, F. P. Effect of Moringa (*Moringa oleifera*) Inclusion in Cassava Based Diets Feed to Broiler Chickens. **Internation Journal Poultry Science**, v. 9, n. 4, p. 363-367, 2010.

PASSOS, R. M. et al. Qualidade pós-colheita da moringa (*Moringa oleifera* Lam.) utilizada na forma in natura e seca. **Revista GEINTEC**, v. 3, n. 1, p.113-120, 2012.

PEDROSO, A.F. et al. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**, v. 62, n. 5, p. 427-432, 2005.

PÉREZ, R. R. **Alimentación de vacas lecheras con Moringa oleifera fresco o ensilado y su efecto sobre la producción, composición y calidad de leche**. 2011. 45 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável), Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía, Managua, 2011.

QUEIROZ, M. A. A. et al. Características fermentativas e bromatológicas de silagens de cana-de-açúcar com taboa. **Ciência Rural**. v. 45, n. 1, p. 136-141, 2015.

REZENDE, A. V. et al. Perdas fermentativas e estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar tratadas com cal virgem e cloreto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.4, p.739-746, 2011.

RODRIGUES, P. H. M. et al. Avaliação da monensina sódica administrada pela forma convencional ou por dispositivo de liberação lenta (bólus) em bovinos alimentados com forragens de baixo valor nutritivo e suplementados ou não com ureia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36 n. 6, p. 1937-1944, 2007.

SANTOS, M. V. F. et al. Fatores que afetam o valor nutritivo das silagens de forrageiras tropicais. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, (R), p. 25-43, 2010.

SAS. **Statistical Analysis System Institute**. SAS/STAT. User's guide, version 9.4. Cary, North Carolina, v.2, 842 p. 2016.

SCHMIDT, P. et al. Aditivos químicos e biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar. 1. Composição química das silagens, ingestão, digestibilidade e comportamento ingestivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n. 5, p.1666-1675, 2007.

SCHMIDT, P. et al. Novos aditivos microbianos na ensilagem da cana-de-açúcar: composição bromatológica, perdas fermentativas, componentes voláteis e estabilidade aeróbia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 3, p. 543-549, 2011.

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar**. 2006. 229f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SILVA, J. G. et al. Características fermentativas de silagens de cana-de-açúcar com erva sal. **Ciência Rural**, v. 44, n. 3, p. 555-560, 2014.

SIQUEIRA, G. R. et al. Queima e aditivos químicos e bacterianos na ensilagem da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 103-122, 2010.

SIQUEIRA, G. R. et al. Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 2000-2009, 2007 (supl.).

VALLI, M.; YOUNG, M. C. M.; BOLZANI, V. S. A Beleza Invisível da Biodiversidade: O Taxon Rubiaceae. **Revista Virtual de Química**, v. 8, n. 1, p. 296-310, 2016.

VAN SOEST, P. J. van; 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.

VOLTOLINI, T. V. et al. Valor nutritivo de cultivares de cana-de-açúcar sob irrigação. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n. 4, p. 894-901, 2012.

WAKIL, M. A. et al. Evaluation of rice bran, sesame and moringa oils as feasible sources of biodiesel and the effect of blending on their physicochemical properties. **RSC Advances**, v. 4, n. 100, p. 56984-56991, 2014.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como é uma planta cultivada pelos produtores, com vasta finalidade de uso (medicinal, alimentação humana e animal, cosmético, tratamento de água e etc.), a sua utilização como planta forrageira é uma alternativa interessante, pois, já está introduzida no Nordeste do Brasil para ser usada como fonte de proteínas para alimentação dos animais, especialmente as folhas.

Observou-se no presente estudo que o manejo da altura realizado no meristema apical em maiores alturas de corte entre 100 e 120 cm do solo, apresentaram os melhores rendimentos produtivos. E a produção de biomassa da moringa no terceiro corte, foi favorecido pelo manejo de corte e poda de formação, e bem como maiores números ramificações (secundários e terciários), culminando com aumento na eficiência do uso da água neste corte no experimento 1.

Após a comprovação do seu real potencial produtivo (t/ha de MS) da *Moringa oleifera* Lam., e visto a sua composição químico-bromatológica favorável, a moringa na forma de feno, pode ser usada na ensilagem de cana-de-açúcar como aditivo proteico e dessecante, auxiliando na fermentação e redução das perdas, melhorando o seu valor nutricional. Uma vez que a ensilagem de cana-de-açúcar exclusiva possui alguns entraves, como a considerável concentração de etanol, devido a ação de leveduras presente principalmente, durante o processo fermentativo, e além dos baixos teores de minerais e proteína.

O estudo concluiu que o tratamento com 30% de inclusão de feno de moringa na ensilagem de cana-de-açúcar reduziu as perdas fermentativas, a produção de etanol e propiciou um aumento nas características nutricionais, como o aumento no teor proteico e energético principalmente.

ANEXOS

Preparo da área experimental (A e B) na UNEB em Juazeiro-BA.



Tanque d'água para a irrigação (A) e sistema de fertirrigação (B) da área experimental UNEB em Juazeiro-BA



Parcela experimental cultivada com moringa na UNEB.



Corte do ramo principal da moringa no meristema apical utilizado no experimento 1 (A) e corte no experimento 2 (B).



Feno de moringa (A) e preparação para a mistura da cana-de-açúcar com o feno (B).



Silagens de cana de açúcar com diferentes níveis de inclusão de feno de moringa após abertura na UNIVASF em Petrolina-PE.

