

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MAÍZA LEOPOLDINA LONGO

Produção e composição nutricional de *Moringa oleifera* cultivada em diferentes
espaçamentos

Óleo de soja na dieta de ovinos: Produção e qualidade do leite

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

2020

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MAÍZA LEOPOLDINA LONGO

Produção e composição nutricional de *Moringa oleifera* cultivada em diferentes
espaçamentos

Óleo de soja na dieta de ovinos: Produção e qualidade do leite

Tese apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como requisito parcial do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição Animal, para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maximiliane Alavarse Zambom

Co-Orientadora: Prof^a. Dr^a. Daniele Cristina da Silva Kazama

Co-Orientador: Prof Dr Fernando Miranda de Vargas Junior

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

2020

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Longo, Maíza Leopoldina

Produção e composição nutricional de Moringa oleifera cultivada em diferentes espaçamentos Óleo de soja na dieta de ovinos: Produção e qualidade do leite / Maíza Leopoldina Longo; orientador(a), Maximiliane Alavarse Zambom; coorientador(a), Daniele Cristina da Silva Kazama, coorientador(a)II, Fernando Miranda de Vargas Junior, 2020.

54 f.

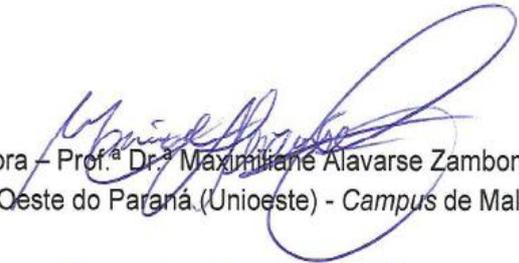
Tese (doutorado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Centro de Ciências Agrárias, Graduação em Zootecnia Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2020.

1. Nutrição de Ruminantes. 2. Alimentos alternativos. 3. Moringa oleifera. I. Zambom, Maximiliane Alavarse . II. Kazama, Daniele Cristina da Silva. III. Vargas Junior, Fernando Miranda de . IV. Título.

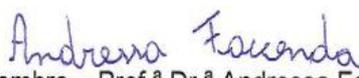
MAÍZA LEOPOLDINA LONGO

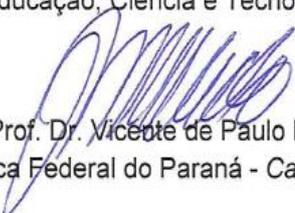
Produção e composição nutricional de *Moringa oleifera* cultivada em diferentes espaçamentos e óleo de soja na dieta de ovinos: produção e qualidade do leite

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de “Doutora em Zootecnia”, Área de Concentração “Produção e Nutrição Animal”, Linha de Pesquisa “Produção e Nutrição de Ruminantes / Forragicultura”, APROVADO(A) pela seguinte Banca Examinadora:


Orientadora – Prof.^a Dr.^a Maximiliane Alavarse Zambom
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) - *Campus* de Mal. Cândido Rondon


Membro – Dr. André Sanches de Avila
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) - *Campus* de Mal. Cândido Rondon
(Pós-Doutorado FA/CAPES CP nº 13/2018)


Membro – Prof.^a Dr.^a Andressa Faccenda
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense


Membro – Prof. Dr. Vicente de Paulo Macedo
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - *Campus* Dois Vizinhos


Membro – Prof.^a Dr.^a Emilyn Midori Maeda
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - *Campus* Dois Vizinhos

Marechal Cândido Rondon, 28 de fevereiro de 2020.

Aos meus pais, Vitória e Rosely, pelo amor incondicional e que nunca mediram esforços para a realização dos meus sonhos.

Ao meu esposo Thiago, que sempre me apoiou e amou.

Ao meu filho Theodoro, que sempre me fez lembrar os "porquês" e encontrar o "como".

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, e a Nossa Senhora, primeiramente, por não me abandonarem em momento algum dessa caminhada.

Ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná pela oportunidade da realização do doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de doutorado.

À minha orientadora Profa. Dra. Maximiliane Alavarse Zambom e meus coorientadores Prof. Dr. Fernando Miranda de Vargas Junior e Profa. Dra. Daniele Cristina da Silva Kazama, que foram meus professores, espelhos, amigos; tenho imensa admiração e profunda gratidão a vocês. Boa parte do meu amadurecimento e crescimento pessoal e profissional, devo a vocês.

Aos professores dos programas de Pós-Graduação, nos quais cursei disciplinas, por todo o ensinamento compartilhado.

À Universidade Federal da Grande Dourados, pela oportunidade em desenvolver a pesquisa.

Aos colegas de turma, pela amizade e companheirismo. Aos colegas do grupo de estudos Qualhada, da Unioeste, em especial à Ida Barbosa e Maria Luiza Fischer, colegas que tanto me auxiliaram com as análises laboratoriais e Ovinotecnia da UFGD, por todo o auxílio na realização do experimento e das análises de laboratório.

À Tatiane Fernandes e ao André Sanches de Ávila, pelo auxílio com as análises estatísticas relacionadas à pesquisa.

Às minhas amigas Sandra Mara Stroer, Juliana Reolon e Seliane Chiamolera, pela ajuda durante o tempo que passei em Marechal Candido Rondon. À minha

querida amiga Karine Cansian, pela ajuda no experimento, pelos momentos bons e engraçados que vivemos juntas. Aos meus amigos e familiares que sempre me deram suporte durante as viagens necessárias para realização do experimento e disciplinas, pela amizade e amor durante toda essa jornada.

Enfim, a todos que colaboraram de maneira direta ou indireta para a conclusão do meu doutorado.

Muito obrigada!

O meu bom Deus não poderia me inspirar desejos irrealizáveis.
Santa Teresinha do Menino Jesus

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO GERAL..... | 14 |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO | 16 |
| 2.1. <i>Moringa Oleífera</i> Lam. | 16 |
| 2.2. Leguminosas como banco de proteína | 17 |
| 2.3. Densidade de plantas | 18 |
| 2.4. Utilização da moringa na alimentação animal | 19 |
| 2.5. Produção de leite de ovelhas..... | 20 |
| 2.6. Efeito da adição de lipídeos na dieta de ovelhas em lactação | 21 |
| 3. LITERATURA CITADA | 22 |
| 4.1. Introdução..... | 29 |
| 4.2. Material e métodos..... | 30 |
| 4.2.1. Local e semeadura das plantas | 30 |
| 4.2.2. Tratamentos e área experimental..... | 30 |
| 4.2.3. Crescimento e avaliação nutricional das plantas | 31 |
| 4.4. Conclusão | 40 |
| Referências bibliográficas | 40 |
| 5. ÓLEO DE SOJA NA DIETA DE OVINOS: PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE..... | 42 |
| 5.1. Introdução..... | 44 |
| 5.2.1. Local | 44 |
| 5.2.2. Animais e alimentação..... | 45 |
| 5.2.3. Tratamentos e período experimental | 46 |
| 5.2.4. Amostragem | 46 |
| 5.2.5. Análise Bromatológica | 47 |
| 5.2.6. Digestibilidade..... | 47 |
| 5.2.7. Perfil de ácidos graxos, capacidade oxidante e antioxidante do leite..... | 47 |

| | |
|----------------------------------|----|
| 5.2.8. Análise estatística | 48 |
| 5.3. Discussão | 52 |
| 5.4. Conclusão | 54 |
| Referências bibliográficas | 54 |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 56 |

**PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DE *Moringa oleifera*
CULTIVADA EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS
ÓLEO DE SOJA NA DIETA DE OVINOS: PRODUÇÃO E QUALIDADE DO
LEITE**

RESUMO

Neste estudo, foram realizados dois experimentos. Experimento 1: O objetivo foi avaliar as características agrônômicas, produtivas e nutricionais da *Moringa oleifera* cultivada em diferentes espaçamentos entre plantas e entre linhas. As plantas foram cultivadas em uma área de aproximadamente um hectare, e esta foi dividida em quatro canteiros de 211,2 m² cada. Os tratamentos foram distribuídos conforme o espaçamento entre linhas (0,4; 0,8 e 1,2m) e entre plantas (0,4; 0,6 e 1,0m). As plantas foram mensuradas quanto à altura, diâmetro de copa e caule a cada 30 dias. Para a avaliação nutricional, foram coletadas cinco plantas de cada tratamento e separadas folhas e caules das plantas para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral, proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e digestibilidade *in vitro* da MS, da MO, da PB e da FDN. Não houve interação entre os espaçamentos de linha e planta. A produção de folhas por ha⁻¹ foi maior no espaçamento 0,4m entre plantas (6820,15 kg ha⁻¹) a produção de caule e biomassa foram maiores no espaçamento de 0,4m entre linhas (2261,60 e 7655,98 kg ha⁻¹). A qualidade nutritiva das folhas e dos caules não foi alterada pelo espaçamento de plantio. Houve interação entre os espaçamentos de plantas e linhas para a digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro. Conclui-se que o maior adensamento de plantas pode ser utilizado para que haja maior produtividade de biomassa e maior digestibilidade dos nutrientes.

Experimento 2: O objetivo foi avaliar o uso de diferentes níveis de óleo de soja na alimentação de ovelhas. Foram avaliados a produção de leite, características físicas, químicas e o poder antioxidante do leite. Foram utilizadas oito ovelhas pantaneiras lactantes em duplo quadrado latino 4x4. Os tratamentos foram distribuídos conforme a quantidade de óleo fornecido aos animais 0, 4, 8 e 16g/animal/dia de óleo de soja. Foram avaliados o desempenho das ovelhas, produção, qualidade e oxidação lipídica do leite. O consumo, a digestibilidade e a qualidade do leite não foram alterados pelo consumo do óleo de soja. Houve efeito linear crescente na quantidade de

malonaldeído presente no leite das ovelhas. Portanto, o uso do óleo de soja não interfere no desempenho, produção e qualidade do leite. Porém, o crescimento da quantidade fornecida aumenta o efeito pró-oxidante no leite de ovelhas.

Palavras-chave: Alimento alternativo; digestibilidade; oxidação lipídica.

**PRODUCTION AND NUTRITIONAL COMPOSITION OF *Moringa oleifera*
CULTIVATED IN DIFFERENT SPACES
SOY OIL IN THE SHEEP DIET: MILK PRODUCTION AND QUALITY**

ABSTRACT

In this study, two experiments have been carried out. Experiment 1: The aim was to evaluate the agronomic, productive and nutritional characteristics of *Moringa oleifera* grown in different spaces between plants and rows. The plants were grown in an area of approximately one hectare, and this was divided into four beds of 211.2 m² each. The treatments were distributed according to the spacing between rows (0.4; 0.8 and 1.2m) and between plants (0.4; 0.6 and 1.0m). The plants were measured for height, the diameter of the crown and the stem every 30 days. For a nutritional assessment, five plants of each treatment have been collected and leaves and stem have been separated in order to determine the levels of dry matter (DM), mineral matter, crude protein (PB), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (FDA) and *in vitro* digestibility of MS, MO, PB and NDF. There was no interaction between the row and plant spacing. Leaf production per ha⁻¹ was greater in the 0.4m spacing between plants (6820.15 kg ha⁻¹); the stem and biomass production was greater in the 0.4m spacing between rows (2261.60 and 7655 , 98kg ha⁻¹). The nutritional quality of the leaves and stem has not been affected by the planting distance. There has been interaction between plant spacing and rows for the digestibility of dry matter. It is concluded that a greater density of plants can be used in order to have greater use of biomass and greater digestibility of nutrients.

Experiment 2: The aim was to evaluate the use of different levels of soybean oil in sheep feed. The milk production, physical and chemical characteristics and the antioxidant power of milk have been evaluated. Eight lactating Pantaneira sheep in a 4x4 double Latin square have been used. The treatments have been distributed according to the amount of oil supplied to the animals 0, 4, 8 and 16g/animal /day of soybean oil. Sheep performance, production, milk quality and lipid oxidation have been evaluated. The consumption, digestibility and quality of milk have not been affected by the consumption of soy oil. There has been an increasing linear effect in the amount of malonaldehyde present in the sheep's milk. Thus, the use of soybean

oil does not interfere in the performance, production and quality of milk. However, the increase in the amount provided boosts the oxidizing effect in sheep's milk.

Keywords: alternative feed; digestibility; lipid oxidation.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A moringa (*Moringa oleifera* Lam.) é uma planta de origem asiática pertencente à família Moringaceae, que é composta apenas de um gênero (*Moringa*) e quatorze espécies (Barreto et al., 2009). Além do baixo custo de produção e fácil adaptação aos diferentes tipos de solo e clima, a planta se destaca pela elevada quantidade de nutrientes (proteína 20 a 27%, FDN 40 a 48%, FDA 20 a 28% em média) (Silva et al., 2008; Anwar et al., 2007).

Outra importante característica da planta é a facilidade do cultivo, pois se adapta facilmente aos diferentes tipos de solo e clima e pode ser cultivada como forrageira para alimentar diferentes espécies animais. O crescimento considerado rápido das plantas de moringa, cerca de 1,5 cm por dia, desenvolve-se bem, mesmo em solos pobres, não necessitando de insumos para o plantio (Vasconcelos et al., 2009). Praticamente todos os componentes da mesma podem ser utilizados para a alimentação tanto animal quanto humana, as folhas podem apresentar até 27% de proteína (Silva et al., 2008; Anwar et al., 2007, Fahey, 2005; Okuda et al., 2001).

Bakke et al. (2010) afirmam que o alto teor de proteína bruta e a presença de aminoácidos solúveis encontrados nas folhas de moringa aumentam a eficiência da síntese de proteína microbiana, caracterizando esta espécie como forragem de alta qualidade para vacas leiteiras. Em estudo realizado por Sanchez et al. (2006) com vacas consumindo dietas de feno de *Brachiaria brizantha* e melão de cana, quando adicionados 2 ou 3 Kg de folhas de *Moringa oleifera*, observaram aumento de 58,4% e 63,3% na produção de leite e de 20,0% e 29,5% no consumo de matéria seca, respectivamente. Araica et al. (2011) trabalhando com farelo de folhas de *Moringa oleifera* em comparação ao uso do concentrado comercial em dieta isoproteica para vacas na Nicarágua, observaram que a moringa pode ser utilizada na alimentação desses animais sem prejudicar a produção de leite.

As sementes produzem óleo de ótima qualidade, atualmente tem sido utilizado para a lubrificação de máquinas e na indústria cosmética, em perfumes e xampus. Por fim, a pasta resultante da extração do óleo pode ser utilizada para a alimentação animal ou adubação.

Outra frente de estudo discutida nos últimos anos são os alimentos orgânicos e funcionais. Para tanto, manipular o perfil de ácidos graxos da carne e do leite tem sido alvo de estudos (Kritchevsky, 2003; Belury, 2003). Tendo em vista que a gordura é o componente que mais sofre alteração de acordo com a alimentação, alguns autores têm estudado fontes de gordura vegetal na alimentação de ruminantes com o intuito de melhorar o perfil de ácidos graxos que chega ao produto final (Castro et al., 2009; Wood et al., 2003; Demeyer et al., 1999).

Considerando a existência de grande diversidade de espécies vegetais oleaginosas das quais é possível extrair óleos, estudos que mostram a viabilidade do seu uso na alimentação animal tornam-se cada vez mais relevantes. Estes óleos são descritos como ricos em ácidos graxos insaturados, inclusive os essenciais como linoléico e linolênico. O óleo de soja é um dos óleos mais baratos utilizados na alimentação animal. O mesmo apresenta 50% de ácido linoléico em sua composição e este pode ser um aliado no aumento de energia da dieta de ovelhas lactantes.

Desta forma, foram realizados dois experimentos. No primeiro, o objetivo foi avaliar a produção de biomassa e a composição químico-bromatológica da *Moringa oleifera* cultivada em diferentes espaçamentos entre plantas e linhas. No segundo, o objetivo foi avaliar o uso de diferentes níveis de óleo de soja na alimentação de ovelhas sobre a produção, características físicas, químicas e poder antioxidante no leite.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. *Moringa Oleífera Lam.*

Pertencente à família moringaceae e originária do nordeste indiano, a moringa é composta de apenas um gênero e quatorze espécies (Barreto et al., 2009). A planta foi introduzida no Brasil por volta do ano de 1950, na região nordeste (Matos, 1998; Lorenzi & Matos, 2002), e desde então, a mesma vem sendo distribuída nas demais regiões do país. É cultivada como planta ornamental e medicinal e é conhecida como lírio-branco, quiabo-de-quina ou como moringa.

A moringa é uma planta perene podendo chegar a dez metros de altura com crescimento considerado rápido, cerca de 1,5 cm por dia. As folhas são bipinadas e as flores amarelo-pálido em racemos, os frutos são em forma de vagem triangular com até 35 cm de comprimento e possui sementes trialadas e oleaginosas em seu interior (Lorenzi & Matos, 2002).

A planta é considerada versátil, podendo ser utilizada de várias formas. Praticamente, todas as partes de sua estrutura podem ser utilizadas pelo ser humano. As folhas podem apresentar até 27% de proteína na matéria seca; a semente produz óleo de boa qualidade e a pasta resultante pode ser utilizada para a alimentação animal ou adubação, pois apresenta alto valor nutricional (Oliveira et al., 2009; Silva et al., 2009).

As folhas da moringa têm-se mostrado ótimas fontes nutricionais, disponibilizando grande quantidade de vitamina A, cálcio, ferro, vitamina C e potássio (Fahey, 2005). Segundo Okuda et al. (2001), as folhas possuem todos os aminoácidos essenciais.

Ao estudarem diferentes níveis de inclusão de folhas de moringa na alimentação de vacas leiteiras alimentadas com capim Jaraguá (*Hyparrhenia rufa*) e palha de sorgo, Rocha & Mendieta (1998) observaram aumento de 13% na produção de leite do grupo que recebeu 0,3% do peso vivo de suplementação com moringa, quando comparado ao grupo controle. De acordo com Silva et al. (2008), as folhas da *Moringa oleifera* podem ser consideradas boa fonte de proteína e fibra, quando

comparadas a outros alimentos e podem ser uma alternativa de suplementação, complemento ou substituto alimentar.

As sementes podem ser utilizadas no tratamento da água, pois contém proteínas de baixo peso molecular e quando seu pó é dissolvido em água, adquirem cargas positivas e atraem as partículas que são carregadas negativamente, formando flocos densos que sedimentam sem alterar o pH e o gosto da água (Amaral et al., 2006; Amagloh & Benang, 2009).

O óleo da semente de moringa apresenta rendimento de 30 a 40% em peso, e atualmente tem sido utilizado para a lubrificação de máquinas e na indústria cosmética, em perfumes e xampus. Segundo Santana et al. (2010), o elevado percentual de ácido oleico (78%) indica que o óleo da semente de moringa é adequado para a obtenção de biodiesel e com boa estabilização à oxidação, o que facilita principalmente o armazenamento.

O cultivo da moringa é considerado fácil, não necessita de grandes cuidados culturais e pode ser realizado através de sementes ou estacas, Brunelli (2010) recomenda o plantio com espaçamento de 80 cm entre plantas e quando atinge 80 cm de altura, cerca de 54 dias, é necessário que seja realizado o corte dos ponteiros para que ocorra nova brotação. Quando esses novos brotos atingirem 30 cm, cerca de 20 dias, é recomendado uma nova poda, assim a planta fica mais encorpada. Após a segunda poda dos ponteiros, a planta já pode ser cortada para o fornecimento aos animais. Em estudo realizado por Vasconcelos (2013), com sistema de plantio de moringa em leque, foram recomendados, para seu bom desenvolvimento, 9,5m² por planta. Conclui-se, portanto, que as recomendações dos pesquisadores com relação a um espaçamento correto ainda são contraditórias.

2.2. Leguminosas como banco de proteína

O Mato Grosso do Sul é localizado na região centro-oeste do país e possui como característica marcante suas estações do ano bem definidas, uma denominada estação chuvosa (novembro a abril) e a outra estação seca (maio a outubro). Dessa forma, no período de seca ocorre escassez de forragem, o que leva o produtor a lançar mão de algumas estratégias para aumentar o fornecimento de alimento para os animais. Uma delas é através do banco de proteína.

Consiste como banco de proteína uma determinada área reservada na propriedade, onde são cultivadas forragens com alto valor nutritivo e que são destinadas a melhorar a qualidade do que é fornecido para os animais. É uma forma integrada de pastagem, onde os animais que estão sob pastejo em gramíneas cultivadas têm acesso a uma área com forragem leguminosa de cultivo puro com intuito de corrigir possíveis deficiências nutricionais (Zoby et al. 1990).

A escolha da leguminosa para o cultivo do banco de proteína pode ser um fator limitante na implantação do mesmo. É necessário que a planta seja de alto valor nutritivo, elevado teor de proteína, rápido crescimento, boa capacidade de rebrota, resistência a seca e boa palatabilidade. Ao encontro disso, várias espécies são indicadas para esse fim e há anos a moringa vem sendo estudada pela EMBRAPA. Inicialmente, a planta foi estudada na região de Corumbá (MS) onde era cultivada e fornecida fresca, triturada e misturada à cana-de-açúcar (Brunelli, 2010).

A moringa, de acordo com suas características nutricionais, é uma excelente opção para ser usada como forragem fresca para ruminantes e apresenta alta produtividade de matéria verde por área, quando comparada a outras culturas forrageiras (Foidl et al., 2001). Devido ao rápido crescimento da planta, ela pode ser utilizada como forragem com intervalo de 35 a 45 dias, quando a rebrota atinge de 1,2 a 1,5m. É recomendado adaptação ao consumo, misturando material triturado a outro alimento que esteja sendo fornecido aos animais.

2.3. Densidade de plantas

O principal objetivo de estudos de espaçamento entre as plantas visa proporcionar espaço suficiente para se obter o máximo de crescimento da planta com boa qualidade. Na fase inicial de crescimento, a principal demanda da planta está relacionada à umidade e calor suficientes. Se estes fatores estiverem equilibrados, a planta, mesmo em alta densidade populacional, tende a se desenvolver adequadamente. Porém, com o passar do tempo, ocorre competição entre as árvores por água, nutrientes, luz e espaço para o crescimento de raízes.

Quando se trabalha com plantas arbóreas, uma das principais preocupações está em implantar as árvores com espaçamento adequado entre elas, visando um melhor aproveitamento de área. Esse aspecto está diretamente envolvido no manejo

das árvores e influenciará não só no crescimento individual da planta, como também no crescimento em conjunto. Portanto, essa variável pode ser manejada de forma que atenda às necessidades do produtor, sem que a produção seja afetada (Stape, 1995).

O termo densidade pode ser definido como a quantidade de plantas que define o grau de utilização da área pelas árvores ali existentes (Loetsch et al., 1973). Determinada pelo espaçamento entre as plantas ou pela área de cada planta, de modo geral, é possível que quanto maior a densidade de plantio, maior o crescimento individual da árvore, caracterizado pela redução do diâmetro da copa e aumento da altura da mesma (Ferrere et al., 2005).

Quanto menor o espaçamento entre as plantas, maior o adensamento populacional; e esse fator pode refletir de maneira negativa, resultando em intensa competição por água, luz e nutrientes, baixo desenvolvimento radicular e produção fotossintética e, por fim, a estagnação do crescimento. Quando o espaçamento entre as plantas é amplo, a densidade populacional é baixa. Nesse modelo, as árvores possuem diâmetro de caule e copa grande, e maior quantidade de ramificação, podendo dessa forma interferir negativamente no manejo da planta (Pauleski, 2010).

De acordo com Patiño-Valera (1986), é considerado o espaçamento ótimo aquele em que a espécie é capaz de fornecer maior volume de produto de qualidade. Quando se trata da plantação da moringa oleífera, Esplar (2006) recomenda que o plantio seja feito com 3x3 metros. Já Jesus et al. (2013), afirma que o cultivo pode ser feito a partir de 1,5x1,5 metros. Vê-se, portanto, que esses dados ainda são controversos, o que leva a necessidade de mais estudos relacionados ao quesito espaçamento.

2.4. Utilização da moringa na alimentação animal

A *Moringa oleifera* tem sido difundida para uso como alimento alternativo para ruminantes, pois além de grande quantidade de proteína existente na planta, ela se destaca pela baixa quantidade de compostos antinutricionais. Ferreira et al. (2008), observaram níveis mais elevados de glucosinolatos, fitatos e atividade hemaglutinante apenas na semente da planta, e destacou que as folhas apresentam

quantidades baixíssimas de saponinas (0,08%), fitatos (0,021%) e taninos (0,012%), mostrando que dificilmente esses compostos irão afetar o metabolismo dos animais.

Em estudos realizados por Brunelli (2010), foi observado que entre as espécies cultivadas, a *Moringa oleifera* se destacou pelo rápido crescimento, atingindo ponto de corte em apenas seis meses, e tem sido utilizada misturada a cana de açúcar para o fornecimento ao gado. A planta apresenta boa produtividade de matéria verde, sendo possível a utilização da planta com intervalos de 35 a 45 dias, a rebrota pode atingir de 1,2 a 1,5cm por dia (Foidl et al., 2001).

Em estudos com inclusão de moringa na alimentação de vacas, Sánchez et al. (2006) observaram aumento na produção e diferença na composição do leite. Quanto a substituição de torta de algodão por farinha de folha de moringa a níveis de 10, 20 ou 30%, Sarwatt et al. (2004) observaram aumento de 1,4; 0,9 e 0,8kg/vaca/dia respectivamente.

Foidl et al. (2003), afirmam que há necessidade de adaptação dos animais a alimentação à base de moringa, seja como substituta ou como alimento único. As folhas de *Moringa oleifera* podem ser consideradas uma boa alternativa de suplemento em preparações de alimento (Silva et al., 2008). Devido à versatilidade da planta, a mesma pode ser utilizada na alimentação de todas as espécies animais. A literatura relata o uso da farinha de folhas de moringa na alimentação tanto de ruminantes como de não ruminantes e peixes.

2.5. Produção de leite de ovelhas

No Brasil, a produção de leite de ovinos ainda é pouco explorada. O leite desses animais possui elevada quantidade de gordura (8,5%), alta quantidade de sólidos totais (17-20%) e caseína (5,5%), características que o torna de grande interesse principalmente para a fabricação de queijo (Corrêa et al. 2014).

Apesar de seu grande potencial, a produção de leite de ovelhas é considerada pequena quando comparadas a outras espécies produtoras como bovinos e caprinos. Dessa forma, saber sobre os fatores que podem influenciar na produção e qualidade do leite de ovinos pode ser fundamental para aumento produtivo desses animais.

A nutrição é o fator de maior impacto na produção de leite ovino. Durante o período de lactação, as exigências nutricionais aumentam significativamente,

principalmente nas oito semanas subseqüentes ao parto. Para manutenção, uma ovelha que apresenta parto simples necessita de 49% a mais de energia e 109,8% a mais de proteína que um animal em condições normais. Quando esse mesmo animal apresenta parto gemelar, as necessidades chegam a 85,1 e 184,1% a mais de energia e proteína respectivamente (NRC, 2007).

Para Bocquier et al. (1990), as necessidades nutricionais das ovelhas variam ainda em função do nível de produção e composição do leite. Oregui et al. (1993) afirmam que as necessidades nutricionais das ovelhas são diretamente proporcionais à sua produção, ou seja, com o passar do tempo, a exigência tende a diminuir gradualmente, junto com a produção leiteira.

Monitorar o estado nutricional dos animais é importante para saber se o potencial produtivo está sendo expresso de forma adequada e assim garantir o sucesso econômico da atividade (Rennó et al., 1993)

2.6. Efeito da adição de lipídeos na dieta de ovelhas em lactação

A exigência nutricional das ovelhas em lactação aumenta no início da produção e, levando em conta que a energia pode ser um limitante na produção de leite, lançar mão da suplementação pode ser a chave para a melhora na produção leiteira (Manso et al., 2009).

Sampelayo et al. (2007); Chilliard et al. (2003) afirmam que a mudança do perfil lipídico do leite depende do tipo de gordura utilizado, o nível em que é incluído na dieta, estágio de lactação dos animais, entre outros fatores. Sampelayo et al. (2007) afirmaram que a quantidade de proteína do leite reduz quando há suplementação lipídica na dieta.

Quanto ao perfil de ácidos graxos, o leite de ovelhas possui maior percentual de ácidos graxos de cadeia curta e média se comparado ao leite de vaca (Jandal, 1996), por esse motivo esses são facilmente manipulados pela alimentação, principalmente no que diz respeito à adição de lipídeos na dieta. De acordo com Bauman (1999), normalmente há um aumento de CLA no leite de animais alimentados com óleos vegetais, devido ao maior suprimento de substratos (ácidos linoleico e linolênico) para a síntese ruminal de CLA e ácido vacênico, seu precursor na glândula mamária.

Gómez-Cortes et al. (2008), avaliando altos teores (6% na MS) de inclusão de óleo de oliva na dieta de ovelhas lactantes, relataram aumento na produção de leite, gordura, proteína e sólidos totais. Quanto ao perfil de ácidos graxos, houve redução na porcentagem dos ácidos graxos de cadeia média e aumento dos ácidos graxos C18:0 e C18:1 no leite dos animais que receberam óleo na dieta. Castro et al. (2009), em pesquisa com a adição de óleo de girassol e óleo de palma hidrogenado, concluíram que o óleo de palma hidrogenado aumentou a produção de leite e proteína (gramas/dia) em relação à dieta controle, e a adição de óleo de girassol aumentou a concentração de CLA (C18:2 *cis*-9, *trans*-11) e quantidade total de ácidos graxos insaturados em relação aos demais tratamentos.

Zhang et al. (2006), ao incluírem 0, 9, 18 e 26% de semente de linhaça no concentrado de ovelhas em lactação, encontraram aumento na produção de gordura e sólidos totais no leite dos animais alimentados com 18 e 26% de semente de linhaça, assim como a diminuição linear de ácidos graxos saturados, de cadeia curta e média e aumento linear dos ácidos mono e poliinsaturados. As concentrações de CLA e ácido linolênico no leite também aumentaram linearmente quando as ovelhas foram alimentadas com as sementes.

3. LITERATURA CITADA

AMAGLOH, F. K.; BENANG, A. Effectiveness of *Moringa oleifera* seed as coagulant for water purification. *African Journal of Agricultura Research*, v.4, n.1, p.119-123, 2009.

AMARAL, L.A.; ROSSI JUNIOR, O.D.; SOARES E BARROS, L.S.; LORENZON, C.S.; NUNES, A.P. Tratamento alternativo da água utilizando extrato de semente de *Moringa oleifera* e radiação solar. **Arquivo do Instituto Biológico**, v.73, n.3, p.287-293, jul./set., 2006.

ANWAR, F., BHANGER, M. I. Analytical characterization of *Moringa oleifera* seed oil grown in temperate regions of Pakistan. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.51, p. 6558-6563, 2003.

ARAICA, B.M.; SPORNDLY, E.; SÁNCHEZ, N. R. and SPORNDLY, R. Feeding *Moringa oleifera* fresh or ensiled to dairy cows-effects on milk yield and milk flavor. **Tropical Animal Health and Production**, v. 43,n.5, p.1039-1047, 2011.

- BAKKE, I. A.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C. et al. Características de crescimento e valor forrageiro da Moringa (*Moringa oleifera* Lam) submetida a diferentes adubos orgânicos e intervalos de corte. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 2, p. 133- 144, 2010.
- BARRETO, M. B.; FREITAS, J.B.V.; SILVEIRA, E.R.; BEZERRA, A.M.E.; NUNES, E.P.; GRAMOSA, N.V. Constituintes químicos voláteis e não-voláteis de Moringa oleifera Lam., Moringaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. Curitiba, 2009, v.19, n.4, p. 893-897, out./dez. 2009
- BAUMAN, D.E.; BAUMGARD, L.H.; CORL, B.A.; GRIINARI, J.M. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminant. **Proceedings of the American Society of Animal Science**, Albany, v. 77, p. 1-15, 1999.
- Belury, M. A. Conjugated linoleic acids in type 2 diabetes mellitus: implications and potential mechanisms. **In: Advances in Conjugated Linoleic Acid Research**. 2ª edição. Editores: Sebedio JL, Christie WW, Adolf R. AOCS (Champaign, IL). 2003
- BOCQUIER, S.; THERIEZ, M.; PRACHE, S.; et al. **Alimentación de Ovinos**. In: BOCQUIER, S. Alimentación de Bovinos Ovinos y Caprinos. Institute de la Recherche Agronomique. Madrid, España: Ed. Mundi-Prensa, 1990, p. 225-243.
- BRUNELLI, R. **Moringa é alternativa de alimentação para o gado na seca**. EMBRAPA Pantanal, Corumbá, MS, 2010.
- CASTRO, T.; MANSO, T.; JIMENO, V.; DEL ALAMO, M.; MANTECÓN, A.R. Effects of dietary sources of vegetable fats on performance of dairy ewes and conjugated linoleic acid (CLA) in milk. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 84, p. 47-53, 2009.
- CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; ROUEL, J.; LAMBERET, G. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 86, p. 1751-1770, 2003.
- CORRÊA GF, ROHENKHL JE, OSÓRIO MTM. **Produção de ovinos no Brasil**. São Paulo: Roca. Capítulo 31, Produção e qualidade do leite ovino; p. 483-499. 2014.
- DEMEYER, D. E.; DOREAU, M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. **Proceedings of the Nutrition Society**, 58, 593–607. 1999.
- FAHEY, J.W. Moringa oleifera: A Review of the Medical Evidence for Its Nutritional, Therapeutic, and Prophylactic Properties. Part 1. Trees for Life Journal: on beneficial trees and plants v.1, n.5, 2005.
- FERRERE, P.; LÓPEZ, G. A.; BOTA, R. T.; GALETTI, M. A.; ESPARRACH, C. A.; PATHAUER, P. S. Efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento de *Eucalyptus globulus* en un ensayo Nelder modificado. **Investigación agraria: Sistemas y recursos forestales**, v. 14, n. 2, p. 174-184, 2005.

- FOIDL, N.; MAYORAGA L.; VÁSQUEZ, W. **Utilización del marango (Moringa oleifera) como forraje fresco para ganado**. Conferência eletrônica da FAO sobre “Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica”. Proyecto Biomasa. Managua; Nicaragua. 5p. 2003.
- FOIDL, N.; MAKKAR, H.; BECKER, K. In: *The Miracle Tree: The Multiple Uses of Moringa* (Ed, J, F.). Wageningen, Netherlands. p. 45-76. 2001.
- GÓMEZ-CORTES, P.; FRUTOS, P.; MANTECON, A.R.; JUÁREZ, M.; DE LA FUENTE, M.A.; HERVÁS, G. Addition of olive oil to dairy ewe diets: effect on milk fatty acid profile and animal performance. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 91, p. 3119-3127, 2008.
- JANDAL, J.M. Comparative aspects of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 22, p. 177-185, 1996.
- JESUS, A.R.; MARQUES, N. S.; SALVI, E. J. N. R.; TUYUTY, P. L. M.; PEREIRA, S. A. **Cultivo da Moringa Oleífera** Instituto Euvaldo Lodi – IEL/BA. 2013
- Kritchevsky, D. Conjugated linoleic acid in experimental atherosclerosis. **In: Advances in Conjugated Linoleic Acid Research**. 2ª edição. Editores: Sebedio JL, Christie WW, Adolf R. AOCS (Champaign, IL), 302-315. 2003.
- LORENZI, H., MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002, p. 346-347.
- MANSO, T.; BODAS, R.; CASTRO, T.; JIMENO, V.; MANTECON, A.R. Animal performance and fatty acid composition of lambs fed with different vegetable oils. **Meat Science**, Barking, v. 83, p. 511–516, 2009.
- MATOS, F. J. A. **Farmácias vivas: sistema de utilização de plantas medicinais projetados para pequenas comunidades**. 3. ed. Fortaleza: EUFC, 1998, p. 220.
- NRC - National Research Council. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington, D. C.: National Academy Press. 2007. 362 p.
- OKUDA, T.; BAES, A.U.; NISHIJIMA, W.; OKADA, M. Isolation and characterization of coagulant extracted from Moringa oleifera seed by salt solution. *Water Research*, v.35, n.2, p. 405-410, 2001.
- OLIVEIRA, I.C.; TEIXEIRA, E.M.B.; GONÇALVES, C.A.A. et al. Avaliação centesimal de folhas de Moringa oleifera Lam. In: *Seminário de Iniciação Científica*, 2, 2009. Uberaba. **Anais...** Uberaba, IFMT, 2009.
- OLIVEIRA, I.C.; TEIXEIRA, E.M.B.; GONÇALVES, C.A.A. et al. Avaliação centesimal de folhas de Moringa oleifera Lam. In: *Seminário de Iniciação Científica*, 2, 2009. Uberaba. **Anais...** Uberaba, IFMT, 2009.

- OREGUI, L. M.; BRAVO, M. V.; GABIÑA, D. et al. **Relación entre el estado de carnes en la proximidad al parto y la producción lechera en ovejas de razas Latxa y Carranzana**. ITEA, Zaragoza-España, v.89, n.12, p.69-71, 1993.
- PAULESKI, D. T. **Influência do espaçamento sobre o crescimento e a qualidade da madeira de *Pinus taeda* L.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria. 2010.
- RENNÓ, F. P.; PEREIRA, J. C.; SANTOS, A. D. F.; et al. Efeito da condição corporal ao parto sobre a produção de leite e gordura de vacas holandesas primíparas e multíparas. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, RS: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003, Cd-Rom.
- ROCHA, M.L.R.; MENDIETA, B. **Efecto de La suplementacion com follaje de Moringa oleifera sobre La produccion de leche de vacas em pastoreo**. Tesis Ing. Agron. Facultad de Ciência Animal. Universidade Nacional Agraria Nicaragua. Managua, p. 36. 1998.
- ROCHA, M.L.R.; MENDIETA, B. **Efecto de La suplementacion com follaje de Moringa oleifera sobre La produccion de leche de vacas em pastoreo**. Tesis Ing. Agron. Facultad de Ciência Animal. Universidade Nacional Agraria Nicaragua. Managua, p. 36. 1998.
- SAMPELAYO, M.R.S.; CHILLIARD, Y.; SCHMIDELY, P.; BOZA, J. Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 68, p. 42-63, 2007.
- SANCHEZ, N. R.; SPORNDLY, E.; LEDIN, I. Effect of feeding different levels of foliage of Moringa oleifera to creole dairy cows on intake, digestibility, milk production and composition. **Livestock Science**, v. 101, p. 24-31, 2006.
- SANTANA, C.R.; PERIRA, D.F.; ARAÚJO, N.A. et al. Caracterização físico-química da moringa (*Moringa oleifera* Lam.) **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.12, n. 1, p. 55-60, 2010.
- SARWATT, S.V.; LEKULE, F.P.; MADALLA, N. Moringa oleifera and cottonseed cake as supplements for smallholder dairy cows fed Napier grass. **Livestock Research Rural Development**, 16. 2004.
- SILVA, J.C.; MARQUES, R.G.; TEIXEIRA, E.M.B. et al. Determinação da composição química das folhas de *Moringa oleifera* Lam. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 1, 2008, Uberaba. **Anais...** Uberaba:CEFET, 2008.
- STAPE, J. L. **Utilização de delineamento sistemático tipo “leque” no estudo de espaçamentos florestais**. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 1995.

- VASCONCELOS, M.C. *Moringa oleifera* Lam.: aspectos morfométricos, fisiológicos e cultivo em gradiente de espaçamento. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Sergipe. 2013
- VASCONCELOS, V.M.; SILVA, P.C.G.; VIEIRA, A.C. et al. Caracterização físico-química de óleo de *Moringa oleifera* Lam. Por diferentes solventes. **In:** ENCONTRO NACIONAL DA MORINGA. Aracaju/ Sergipe, 2009.
- WOOD, J.D.; RICHARDSON, R.I.; NUTE, G.R.; FISHER, A.V.; CAMPO, M.M.; KASAPIDOU, E.; SHEARD, P.R.; ENSER, M. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, Barking, v. 66, p. 21–32, 2003.
- Zhang RH, Mustafa AF, Zhao X. 2006. Effects of feeding oilseeds rich in linoleic and linolenic fatty acids to lactating ewes on cheese yield and on fatty acid composition of milk and cheese. **Anim Feed Sci.** 127: 220-233.
- ZOBY, J.L.F.; KORNELIUS, E.; SAUERESSIG, M.G. **Banco de Proteína de Leucena e Estilosantes**. Embrapa. Comunicado técnico, n.54, 6p. 1990.

4. PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DE *Moringa oleifera* CULTIVADA EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a produção de biomassa e a composição nutricional da *Moringa oleifera* em diferentes espaçamentos de cultivo entre plantas e entre linhas. Os tratamentos foram distribuídos de forma inteiramente casualizada, em arranjo fatorial 3x3 onde foram estudados três espaçamentos entre linhas (0,4; 0,8 e 1,2m) e três espaçamentos entre plantas (0,4; 0,6 e 1,0m), totalizando nove tratamentos (T1:0,4x0,4; T2:0,4x0,8; T3:0,4x1,2; T4:0,6x0,4; T5:0,6x0,8; T6:0,6x1,2; T7:1,0x0,4; T8:1,0x0,8 e T9:1,0x1,2). Foram separados folhas e caules das plantas e determinados os teores de matéria seca (MS), matéria mineral, proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e digestibilidade *in vitro* da MS, da Matéria Orgânica (MO), da PB e da FDN. Verificou-se que as plantas cultivadas com espaçamento de 1,20m entre linhas apresentaram maior diâmetro de copa (0,84m em média), e as plantas com maior densidade de plantio entre linhas e entre plantas apresentaram maior produção de matéria verde por há⁻¹ (10046,7 kg ha⁻¹). Os diferentes espaçamentos entre plantas e linhas não influenciaram na qualidade nutritiva tanto das folhas quanto dos caules da *Moringa oleifera*, assim, o maior adensamento de plantas resulta em maior produção de biomassa por hectare e maior digestibilidade dos nutrientes sem alterar o valor nutricional da mesma.

Palavras-chave: alimento alternativo; banco de proteína; biomassa; digestibilidade *in vitro*, forragem.

PRODUCTION AND NUTRITIONAL COMPOSITION OF *Moringa oleifera* GROWN IN DIFFERENT SPACES

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the biomass production and nutritional composition of *Moringa oleifera* in different cultivation spacing between plants and between rows. The treatments have been distributed in a completely randomized way in a 3x3 factorial arrangement, where three spacing between rows (0.4; 0.8 and 1.2m) and three spacing between plants (0.4; 0.6 and 1.0m) were studied, totaling nine treatments (T1: 0.4x0.4; T2: 0.4x0.8; T3: 0.4x1.2; T4: 0.6x0.4; T5: 0.6x0.8; T6: 0.6x1 , 2; T7: 1.0x0.4; T8: 1.0x0.8 and T9: 1.0x1.2). The leaves and stems of the plants were separated and the contents of dry matter (DM), mineral matter, crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and digestibility *in vitro* of MS, organic matter OM, CB and NDF were determined. It was found that plants cultivated with a spacing of 1.20 m between rows had a higher crown diameter (0.84 m on average) and plants with a higher planting density between rows and between plants had a higher production of green matter per ha-1 (10046.7 kg ha⁻¹). The different spacing between plants and rows has not influenced the nutritional quality of both leaves and stems of the *Moringa oleifera*. Therefore, the greater density of plants results in greater production of biomass per hectare and greater digestibility of nutrients without changing its nutritional value.

Keywords: Alternative feed; protein bank; biomass; *in vitro* digestibility; forage.

4.1. Introdução

A busca por alimentos alternativos que possam ser utilizados na dieta de ruminantes tem sido alvo de estudo há anos. De encontro a isso, a *Moringa oleífera* tem se destacado junto a diversas leguminosas.

A planta apresenta habilidade de adaptação a diversos tipos de solo e tem se destacado por apresentar boa qualidade nutricional, baixa toxicidade e por ser uma fonte excelente de proteína de alta qualidade, lipídeos e compostos antioxidantes (Ferreira et al., 2008).

Visando a possibilidade de aumento produtivo dos animais utilizando a moringa, o estudo relacionado à produção de biomassa e qualidade nutritiva da planta se faz necessário para determinação da área a ser cultivada bem como a quantidade de plantas por área. As recomendações de espaçamento de plantio ainda são controversas, Tuzine et al. (2016) em estudos relacionados à produção de biomassa de *Moringa oleifera*, observaram que a produção de biomassa foi maior no espaçamento de 1x1m; Vasconcelos et al. (2013) observaram maior produção de biomassa com 9,5m² ou mais de espaçamento; já para Jesus et al. (2013), a moringa cultivada com a finalidade de produção de folhas deve ser plantada com espaçamento mais adensado.

Vários estudos estão relacionados ao aumento de produção dos animais que receberam suplementação com *Moringa oleifera*. Rocha e Mendieta (1998) observaram aumento de 13% na produção de leite de vacas que receberam suplementação correspondente a 0,3% do peso corporal quando suplementadas com a planta. Reyes et al. (2003) ao trabalharem com animais crioulos sendo suplementados ou não com moringa, observaram aumento na produção de leite de dois kg/vaca/dia no grupo de animais que receberam a suplementação com moringa.

Determinar o melhor espaçamento entre as plantas para que haja maior produção de biomassa e melhor valor nutricional é fundamental para a tomada de decisão da implantação ou não da leguminosa moringa na propriedade. Dessa forma, o objetivo do estudo foi avaliar a produção de biomassa e a composição nutricional da *Moringa oleifera* em diferentes espaçamentos de cultivo entre plantas e entre linhas.

4.2. Material e métodos

4.2.1. Local e semeadura das plantas

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) no Centro de Pesquisa em Ovinocultura (CPO), no município de Dourados, Mato Grosso do Sul - Brasil, localizado a latitude 22°13'18.54"S, longitude 54°48'23.09" e com altitude média de 452 m. O clima da região é o Cwa (mesotérmico úmido, com verão chuvoso), de acordo com a classificação de Köppen.

As plantas foram semeadas no mês de agosto de 2016 em tubetes, contendo substrato formulado com uma parte de solo, uma parte de areia e uma parte de composto orgânico. Em cada tubete foram semeadas duas sementes, e após a germinação foi realizado o desbaste, deixando apenas uma planta por tubete. Os mesmos foram mantidos por três meses em estufa de vegetação com irrigação automática por aspersores, realizada duas vezes ao dia: pela manhã, às 6h e no fim da tarde, às 18h. As plantas foram transferidas para a área experimental que contém aproximadamente um hectare, dividido em quatro canteiros de 211,2m² cada, em novembro de 2016, quando as plantas apresentavam média de 18cm de altura.

4.2.2. Tratamentos e área experimental

Os tratamentos foram distribuídos de forma inteiramente casualizada, em arranjo fatorial 3x3, onde foram estudados três espaçamentos entre linhas (0,4; 0,8 e 1,2m) e três espaçamentos entre plantas (0,4; 0,6 e 1,0m), totalizando assim nove tratamentos (T1:0,4x0,4; T2:0,4x0,8; T3:0,4x1,2; T4:0,6x0,4; T5:0,6x0,8; T6:0,6x1,2; T7:1,0x0,4; T8:1,0x0,8 e T9:1,0x1,2). O solo da região é classificado como latossolo vermelho distoférrico (EMBRAPA, 2006). O solo da área foi coletado com trado holandês em dez pontos distintos e a amostra composta foi analisada. Foram observados 5,43mg dm⁻¹ de fósforo, 31,44g dm⁻¹ de matéria orgânica, 5,20 0,01mol L de acidez potencial, 0,18 Cmol₂ dm⁻³ de potássio, 4,59 Cmol₂ dm⁻³ de cálcio, 0,78 Cmol₂ dm⁻³ de magnésio, 5,59 Cmol₂ dm⁻³ de soma de bases, 0,19% de capacidade de troca de cátions e 51,48% de saturação por bases. O solo foi corrigido para fósforo e preparado mecanicamente com uso de arado e grade.

Para cada espaçamento entre linhas, foi cultivada uma linha adicional de bordadura que não foi avaliada. As plantas foram medidas mensalmente quanto à altura e diâmetro do caule e da copa e quando atingiram uma altura de 1,5 foram podadas (fevereiro de 2017), segundo a recomendação de cultivo (Jesus et al., 2013).

4.2.3. Crescimento e avaliação nutricional das plantas

Após a primeira poda (fevereiro de 2017), cinco plantas de cada tratamento foram mensuradas quanto à altura e diâmetro de caule e copa, e estas seguiram mensalmente até a coleta (junho 2019), totalizando, portanto, vinte e oito coletas. As plantas passaram por podas de manutenção sempre que atingiam 1,5m de altura, o que ocorria em média a cada 30 dias. Em cada poda, foram coletadas cinco plantas de cada tratamento. As mesmas foram pesadas e divididas em caule e folhas; os dados obtidos foram submetidos ao cálculo de produção por hectare seguindo a equação:

$$X = (10000.PC)/APC$$

Onde X representa a produção total por hectare, PC representa a produção das cinco plantas coletadas e APC representa a área das plantas coletadas.

Desta forma obteve-se a produção de matéria verde, folhas e caule por hectare. Em junho de 2019, foram coletadas de cinco plantas de cada tratamento avaliado, quando as mesmas estavam com 34 meses de idade. As plantas foram divididas em caule e folhas, o que originou as amostras para a realização da avaliação nutricional da moringa.

As amostras foram homogeneizadas e levadas à estufa com ventilação forçada, secas em estufa a 60°C por 72 horas, para determinação de MS. Após a pré-secagem, o material foi triturado em moinho de facas com peneira de malha 1 mm e determinado o conteúdo de matéria seca (MS – método 934.01), cinzas (MM – método 938.08) e proteína bruta (PB – método 981.10), segundo AOAC (2000). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo Van Soest et al. (1991). A análise de extrato etéreo (EE) foi realizada com a utilização do equipamento semiautomático (ANKOMXT15 Extraction System, ANKOM Technology Corporation, Fairport, NY, EUA) com *filter bags* próprias para análise.

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi determinada pela técnica descrita por Tilley & Terry (1963) e adaptada por Holden (1999), com dois estágios de incubação. As amostras da moringa foram pesadas (0,25 g), acondicionadas em sacos de tecido não-tecido (TNT) – 100 g m⁻¹, cortados e selados no tamanho de 5,0 × 5,0 cm, conforme Casali et al. (2008) e, posteriormente, incubadas em jarro fermentador ruminal Daisy®, preparados com líquido ruminal e solução tampão. O líquido ruminal foi coletado de bovinos machos, castrados, da raça Jersey, munidos de cânulas ruminais. A DIVMS foi determinada pela diferença da amostra incubada com a amostra residual. Após a pesagem, o resíduo foi queimado na mufla, obtendo-se a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO). A digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro (DIVFDN) foi obtida pela incubação das amostras por 48 horas, com posterior análise de FDN, conforme procedimento de Goering & Van Soest (1975). Para a determinação da digestibilidade *in vitro* da proteína bruta (DIVPB), as amostras permaneceram incubadas por 72 horas. Posteriormente, o resíduo seco em estufa de secagem (105°C - 24 h) foi transferido para tubos de digestão micro Kjeldhal, para determinação da proteína bruta, conforme método 981.10 da AOAC (2001).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SAS (versão 9.1, SAS institute inc., Cary, MC, USA).

4.3. Resultados e discussão

Não houve efeito de interação ($P < 0,05$) para espaçamentos entre plantas e entre linhas na avaliação agrônômica das plantas.

O diâmetro da copa das plantas (Figura 1) foi influenciado pelo espaçamento entre as linhas, as plantas com maior espaçamento apresentaram maior largura quando comparadas às plantas mais adensadas. A produção de matéria verde em kg ha⁻¹ foi influenciada pelo espaçamento entre plantas (Figura 2), sendo maior ($p < 0,05$) com espaçamento de 0,4m entre plantas quando comparado aos demais espaçamentos, corroborando com os dados obtidos por Jesus et al. (2013), onde as plantas cultivadas com maior adensamento produziram maior quantidade de matéria verde por hectare. Reyes et al. (2003, 2004) observaram em seu estudo que com

espaçamento de 0,5m de distância entre as plantas, houve maior produção de biomassa por ha e os cortes puderam ser realizados com intervalo de 45 dias.

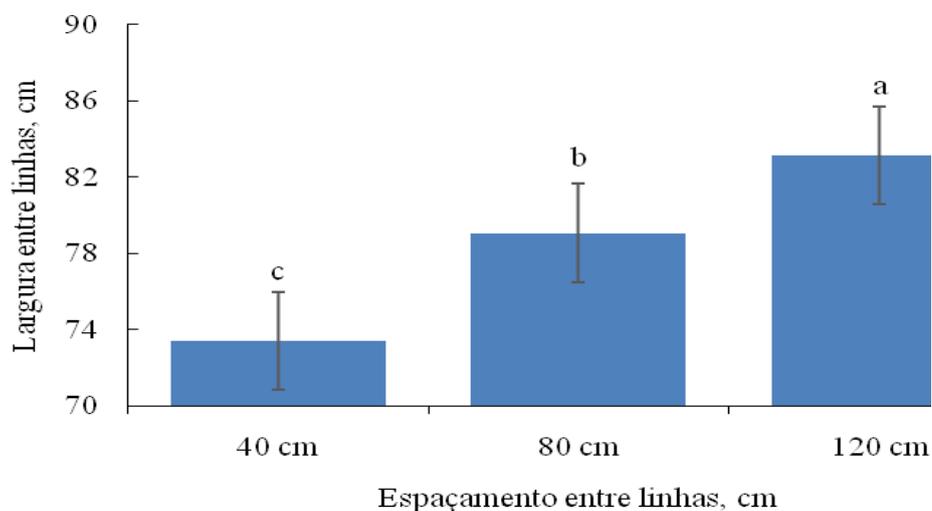


Figura 1 - Efeito do espaçamento entre linhas de plantio sobre o diâmetro de copa das plantas de moringas entre as linhas.

Outro fator que pode ter sido determinante para a produção de massa encontrada está relacionado ao manejo de corte das plantas, realizado com um intervalo médio de 1 mês, quando as plantas atingiram 1,5m de altura, e possivelmente não houve competição por água, nutrientes e luminosidade. O número de plantas por metro quadrado também pode ter influenciado no aumento da quantidade de matéria verde produzida.

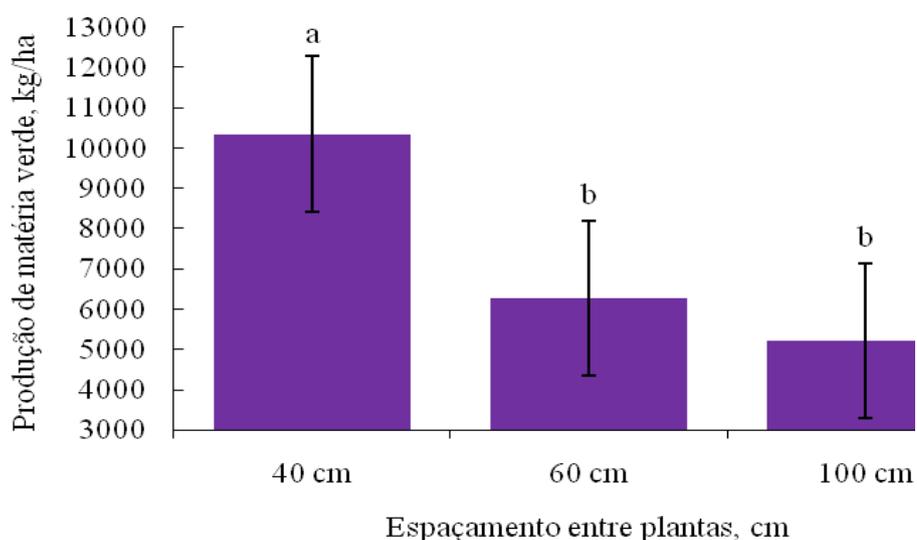


Figura 2- Efeito do espaçamento entre plantas sobre a produção de matéria verde.

Isso também foi observado nos espaçamentos entre linhas (Figura 3), quanto menor o espaço entre as linhas, maior adensamento de plantas e, conseqüentemente, maior a produção de massa por ha.

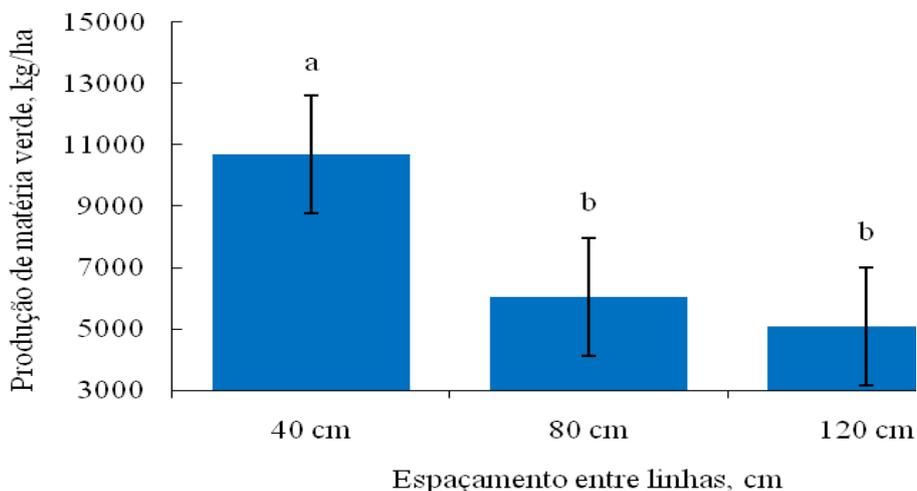


Figura 3- Efeito do espaçamento entre linhas sobre a produção de matéria verde.

A produção média de folhas foi de 4812,40kg há⁻¹, de caule foi de 2460,34kg há⁻¹, com relação folha:caule de 2,43, indicando assim a grande produção de folhas pelas plantas (Tabela 1).

Não foram observadas diferenças na qualidade nutritiva das folhas nos diferentes espaçamentos entre linhas e entre plantas (Tabela 2) de moringa. Levando em conta a qualidade nutritiva das folhas quando comparada ao caule, essa produção torna-se ainda mais atrativa, já que os níveis de nutrientes da folha foram maiores quando comparados aos níveis dos caules.

Independente do espaçamento entre plantas ou entre linhas, os nutrientes não apresentaram diferença ($p < 0,05$) e ficaram com valores próximos aos descritos por outros autores. Garavito (2008) observaram níveis de proteína da folha de 24,99%, extrato etéreo de 4,62%, FDN de 63,72%, FDA de 36,37 e matéria mineral de 1,42% na MS. Em estudos realizados pela Embrapa Semiárido (2009), as folhas secas apresentaram 23,74% de proteína, FDN de 35,13% e FDA de 20,06%. Já Bakke et al. (2010), relacionaram dados com folhas cortadas aos três meses de idade de 22,1% de proteína bruta, 30,37% de FDN e 21,9% de FDA. Em estudos mais recentes realizados por Zanu et al. (2012), os níveis de proteína da folha chegaram a 25,56%, 3,33% de extrato etéreo e 7,41% de matéria mineral.

Tabela 1. Produção de planta inteira, folhas e caule de *Moringa oleifera* cultivada em diferentes adensamentos:

| | Linhas | Plantas | | | Linhas | Média EPM | P-value | | |
|----------------------------|--------|---------|-------|-------|--------|-----------|---------|--------|--------|
| | | 0,4 | 0,6 | 1 | | | L | P | PxL |
| Plantas/ há | 0,4 | 62500 | 41666 | 25000 | 129166 | - | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| | 0,8 | 31250 | 20833 | 12500 | 64583 | | | | |
| | 1,2 | 20833 | 13888 | 8333 | 43054 | | | | |
| Média Plantas | | 114583 | 76387 | 45833 | | | | | |
| P total | 0,4 | 1,13 | 0,62 | 0,74 | 0,83B | 0,426 | 0,773 | 0,007 | 0,142 |
| | 0,8 | 0,95 | 0,70 | 1,22 | 0,95B | | | | |
| | 1,2 | 1,24 | 1,66 | 1,34 | 1,41A | | | | |
| Média Plantas | | 1,11 | 0,99 | 1,10 | | | | | |
| P Folhas | 0,4 | 0,77 | 0,44 | 0,56 | 0,59B | 0,324 | 0,07 | 0,005 | 0,287 |
| | 0,8 | 0,71 | 0,51 | 0,85 | 0,68B | | | | |
| | 1,2 | 0,88 | 1,19 | 1,07 | 1,05A | | | | |
| Média Plantas | | 0,78 | 0,71 | 0,82 | | | | | |
| P Caule | 0,4 | 0,35a | 0,17b | 0,18b | 0,24 | 0,129 | 0,648 | 0,062 | 0,030 |
| | 0,8 | 0,24b | 0,19b | 0,37b | 0,27 | | | | |
| | 1,2 | 0,36b | 0,47b | 0,27b | 0,37 | | | | |
| Média Plantas | | 0,32 | 0,28 | 0,27 | | | | | |
| Biomassa ton/há | 0,4 | 14,09a | 5,16b | 3,71b | 7,65 | 2930 | 0,001 | 0,007 | 0,044 |
| | 0,8 | 5,94b | 2,92b | 3,06b | 4,04 | | | | |
| | 1,2 | 5,18b | 4,62b | 2,24b | 4,01 | | | | |
| Média Plantas | | 8,47 | 4,23 | 3,00 | | | | | |
| Folhas ton/há | 0,4 | 9,66 | 3,72 | 2,80 | 5,4A | 2237 | 0,001 | 0,018 | 0,114 |
| | 0,8 | 4,44 | 2,12 | 2,12 | 2,93B | | | | |
| | 1,2 | 3,70 | 3,31 | 1,78 | 2,92B | | | | |
| Média Plantas | | 5,96a | 3,04b | 2,23b | | | | | |
| Caule ton/há | 0,4 | 4,43a | 1,47b | 0,92b | 2,26 | 890 | 0,001 | 0,005 | 0,014 |
| | 0,8 | 1,50b | 0,80b | 0,94b | 1,12 | | | | |
| | 1,2 | 1,49b | 1,31b | 0,45b | 1,08 | | | | |
| Média Plantas | | 2,51 | 1,18 | 0,76 | | | | | |
| Relação folha: caule | 0,4 | 2,52 | 2,62 | 3,07 | 2,74 | 1,000 | 0,183 | 0,601 | 0,414 |
| | 0,8 | 2,62 | 2,72 | 2,57 | 2,64 | | | | |
| | 1,2 | 2,55 | 2,45 | 4,12 | 3,04 | | | | |
| Média Plantas | | 2,56 | 2,60 | 3,25 | | | | | |

Letras maiúsculas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05). Letras minúsculas na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05); L=Linhas; P=Plantas; ; PxL= Interação entre espaçamento de plantas x espaçamento de linhas.

Tabela 2. Composição bromatológica das folhas de *Moringa oleifera* cultivada com diferentes espaçamentos entre linhas e entre plantas

| | Linhas | Plantas | | | Média Linhas | EPM | P-value | | |
|---------------|--------|---------|-------|-------|-----------------|-------|---------|-------|-------|
| | | 0,4 | 0,6 | 1 | | | L | P | PxL |
| MS | 0,4 | 16,93 | 18,25 | 18,52 | 19,26 | 1,958 | 0,163 | 0,780 | 0,174 |
| | 0,8 | 19,89 | 21,95 | 17,76 | 19,85 | | | | |
| | 1,2 | 18,22 | 19,75 | 19,29 | 19,63 | | | | |
| Média Plantas | | 20,35 | 18,7 | 19,7 | | | | | |
| MM | 0,4 | 6,18 | 5,64 | 5,73 | 8,49 | 1,017 | 0,778 | 0,723 | 0,588 |
| | 0,8 | 7,05 | 5,56 | 6,51 | 8,66 | | | | |
| | 1,2 | 6,13 | 6,39 | 5,78 | 8,75 | | | | |
| Média Plantas | | 8,77 | 8,55 | 8,58 | | | | | |
| PB | 0,4 | 26,03 | 25,42 | 25,14 | 25,53 | 2,034 | 0,691 | 0,247 | 0,986 |
| | 0,8 | 26,74 | 26,58 | 26,56 | 26,63 | | | | |
| | 1,2 | 25,89 | 24,67 | 25,13 | 25,23 | | | | |
| Média Plantas | | 26,22 | 25,56 | 25,61 | | | | | |
| EE | 0,4 | 4,66 | 4,53 | 4,90 | 4,70 | 1,139 | 0,206 | 0,691 | 0,863 |
| | 0,8 | 4,19 | 4,64 | 4,78 | 4,54 | | | | |
| | 1,2 | 4,30 | 4,90 | 5,24 | 4,81 | | | | |
| Média Plantas | | 4,38 | 4,69 | 4,97 | | | | | |
| FDN | 0,4 | 46,24 | 46,95 | 45,95 | 46,38 | 3,433 | 0,585 | 0,887 | 0,832 |
| | 0,8 | 46,07 | 47,05 | 48,02 | 47,05 | | | | |
| | 1,2 | 45,85 | 48,41 | 45,59 | 46,62 | | | | |
| | | 46,05 | 47,47 | 46,52 | | | | | |
| FDA | 0,4 | 25,77 | 24,51 | 25,35 | 25,21 | 2,885 | 0,672 | 0,524 | 0,316 |
| | 0,8 | 24,65 | 25,49 | 28,50 | 26,21 | | | | |
| | 1,2 | 26,00 | 27,73 | 25,65 | 26,46 | | | | |
| Média Plantas | | 25,47 | 25,91 | 26,50 | | | | | |

MS=Matéria seca; MM= matéria mineral; PB=Proteína Bruta; EE= Estrato Etéreo; FDN= Fibra em detergente neutro; FDA= Fibra em detergente ácido; L=Linhas; P=Plantas; ; PxL= Interação entre espaçamento de plantas x espaçamento de linhas.

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca e dos nutrientes das folhas de *Moringa oleifera* cultivada com diferentes espaçamentos entre linhas e entre plantas foram altamente digestíveis (Tabela 3). Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) na digestibilidade da matéria seca, indicando que independente do adensamento, esse parâmetro permanece igual.

Na digestibilidade da matéria orgânica, proteína e FDN, houve interação ($p < 0,05$) entre os diferentes espaçamentos de planta e de linhas. Para esses parâmetros, foi possível observar que no espaçamento 0,4m entre plantas e entre

linhas as médias de digestibilidade *in vitro* foram maiores quando comparados aos demais espaçamentos.

A digestibilidade *in vitro* da proteína chegou a 99%, reforçando a afirmação de Bakke et al. (2010) em que as folhas apresentam aminoácidos solúveis, o que melhora a eficiência de utilização pelas bactérias ruminais e, conseqüentemente, a digestibilidade.

Outro fator importante a ser destacado foi o manejo de corte das plantas. O mesmo acontecia a cada trinta dias, o que propicia o aumento do número de folhas jovens e, conseqüentemente, menor deposição de parede celular, o que resulta em menor FDA e, conseqüentemente, melhor aproveitamento dos demais nutrientes.

Tabela 3. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), da matéria orgânica (DIVMO), da proteína bruta (DIVPB) e da fibra em detergente neutro (DIVFDN) de folhas de *Moringa oleifera* cultivada com diferentes espaçamentos entre linhas e entre plantas:

| | Linhas | Plantas | | | Média Linhas | EPM | P-value | | |
|--------|---------------|---------|--------------------|----------|--------------|-------|---------|--------|--------|
| | | 0,4 | 0,6 | 1 | | | L | P | PxL |
| DIVMS | 0,4 | 88,03 | 90,29 | 89,49 | 89,27 | 2,989 | 0,881 | 0,660 | 0,265 |
| | 0,8 | 88,20 | 90,27 | 88,75 | 89,07 | | | | |
| | 1,2 | 89,69 | 87,72 | 89,11 | 88,84 | | | | |
| | Média Plantas | 88,64 | 89,43 | 89,11 | | | | | |
| DIVMO | 0,4 | 93,84a | 90,38ab | 85,50bc | 89,91 | 4,489 | 0,717 | <0,001 | <0,001 |
| | 0,8 | 92,75ab | 87,90abc | 87,27abc | 89,31 | | | | |
| | 1,2 | 92,00ab | 80,75c | 93,91a | 88,84 | | | | |
| | Média Plantas | 92,87 | 86,34 | 88,85 | | | | | |
| DIVPB | 0,4 | 99,33a | 98,51ab | 96,64c | 98,18 | 0,946 | 0,002 | <0,001 | <0,001 |
| | 0,8 | 97,59bc | 99,02ab | 96,81c | 97,96 | | | | |
| | 1,2 | 98,37ab | 96,37c | 96,21c | 96,98 | | | | |
| | Média Plantas | 98,43 | 97,97 | 96,55 | | | | | |
| DIVFDN | 0,4 | 75,63b | 78,91ab | 78,96ab | 77,79 | 4,007 | 0,181 | 0,016 | 0,002 |
| | 0,8 | 77,52b | 84,97 ^a | 76,62b | 79,70 | | | | |
| | 1,2 | 80,05ab | 77,37b | 76,162b | 77,86 | | | | |
| | Média Plantas | 77,73 | 80,42 | 77,21 | | | | | |

DIVMS=Digestibilidade *in vitro* de Matéria seca; DIVMO= Digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica; DIVPB= Digestibilidade *in vitro* de Proteína Bruta; DIVFDN= Digestibilidade *in vitro* de Fibra em detergente neutro; PxL= Interação entre espaçamento de plantas x espaçamento de linhas.

Os caules apresentam em média 16 a 20% de matéria seca, 6-8% de proteína e 66-70% de FDN e 48-51% de FDA (Tabela 4). Os níveis mais elevados de FDA estão diretamente relacionados à quantidade de lignina e celulose contida na estrutura do caule, levando em conta que a moringa apresenta caule lenhoso e com o passar do tempo ocorre maior deposição de carboidratos estruturais na parede celular dessa estrutura.

Os níveis de proteína bruta, FDN e FDA do caule desse estudo corroboraram com os dados observados por Makkar e Becker (1997), os quais obtiveram níveis de 6,7% de proteína, 68% FDN e 58% de FDA. Bakke et al. (2010) observaram níveis de proteína em caule de moringa com intervalo de corte de três meses de 7,9%, FDN de 61,22 e FDA de 49,91%. Os níveis de proteína de Garavito (2008) foram maiores do que os relacionados nesse estudo e chegaram a 11,22% e o FDN 45,17%.

Tabela 4. Composição bromatológica dos caules de *Moringa oleifera* cultivada com diferentes espaçamentos entre linhas e entre plantas:

| | Linhas | Plantas | | | Média Linhas | EPM | P-value | | |
|---------------|--------|---------|-------|-------|-----------------|-------|---------|--------|-------|
| | | 0,4 | 0,6 | 1 | | | L | P | PxL |
| MS | 0,4 | 16,93 | 18,25 | 18,52 | 17,90 | 2,886 | 0,527 | 0,196 | 0,834 |
| | 0,8 | 19,89 | 21,95 | 17,76 | 19,87 | | | | |
| | 1,2 | 18,22 | 19,75 | 19,29 | 19,09 | | | | |
| Média Plantas | | 18,34 | 19,98 | 18,52 | | | | | |
| MM | 0,4 | 6,18 | 5,64 | 5,73 | 5,84 | 1,172 | 0,437 | 0,55 | 0,627 |
| | 0,8 | 7,05 | 5,56 | 6,51 | 6,37 | | | | |
| | 1,2 | 6,13 | 6,39 | 5,78 | 6,11 | | | | |
| Média Plantas | | 6,46 | 5,86 | 6,00 | | | | | |
| PB | 0,4 | 7,31 | 6,58 | 7,23 | 7,04 | 1,023 | 0,527 | 0,196 | 0,833 |
| | 0,8 | 7,80 | 7,36 | 6,97 | 7,38 | | | | |
| | 1,2 | 6,74 | 6,65 | 6,41 | 6,60 | | | | |
| Média Plantas | | 7,28 | 6,86 | 6,87 | | | | | |
| FDN | 0,4 | 67,96 | 69,17 | 66,73 | 67,95 | 2,314 | 0,933 | 0,919 | 0,06 |
| | 0,8 | 70,30 | 66,69 | 67,97 | 68,32 | | | | |
| | 1,2 | 66,79 | 68,13 | 69,80 | 68,24 | | | | |
| Média Plantas | | 68,35 | 68,00 | 68,16 | | | | | |
| FDA | 0,4 | 49,32 | 51,29 | 48,59 | 49,73 | 2,091 | 0,907 | 0,6154 | 0,075 |
| | 0,8 | 51,72 | 49,19 | 50,71 | 50,54 | | | | |
| | 1,2 | 48,48 | 50,02 | 51,20 | 49,90 | | | | |
| Média Plantas | | 49,84 | 50,17 | 50,17 | | | | | |

MS=Matéria seca; MM= matéria mineral; PB=Proteína Bruta; EE= Estrato Etéreo; FDN= Fibra em detergente neutro; FDA= Fibra em detergente ácido; L=Linhas; P=Planta; ; PxL= Interação entre espaçamento de plantas x espaçamento de linhas.

A digestibilidade da matéria seca está intimamente ligada ao consumo do animal. Ou seja, quanto maior a digestibilidade da matéria seca, maior pode ser o consumo do animal. No caso dos caules da moringa, foi possível observar uma DIVMS (Tabela 5) que chegou até 58,19%, indicando assim, que mesmo se tratando de caule lenhoso, ainda pode ser aproveitado pelos animais ruminantes de maneira efetiva. A digestibilidade *in vitro* da proteína chegou a 95%, e a da fibra em detergente neutro a 44%, indicando que toda a planta pode ser utilizada na alimentação animal.

Tabela 5. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), da matéria orgânica (DIVMO), da proteína bruta (DIVPB) e da fibra em detergente neutro (DIVFDN) de caules de *Moringa oleifera* cultivada com diferentes espaçamentos entre linhas e entre plantas:

| | Linhas | Plantas | | | Média Linhas | EPM | P-value | | |
|---------------|--------|---------|---------|---------|--------------|-------|---------|--------|--------|
| | | 0,4 | 0,6 | 1 | | | L | P | PxL |
| DIVMS | 0,4 | 55,01ab | 51,95b | 56,61ab | 54,52 | 2,808 | 0,182 | 0,765 | <0,001 |
| | 0,8 | 54,06ab | 58,19a | 56,08ab | 56,04 | | | | |
| | 1,2 | 57,44a | 54,58ab | 53,12ab | 55,05 | | | | |
| Média Plantas | | 55,5 | 54,91 | 55,20 | | | | | |
| DIVMO | 0,4 | 59,25ab | 56,75bc | 59,59ab | 58,53 | 3,271 | 0,242 | <0,001 | <0,001 |
| | 0,8 | 59,15ab | 64,57a | 56,29bc | 59,92 | | | | |
| | 1,2 | 62,81a | 59,24ab | 53,41c | 58,49 | | | | |
| Média Plantas | | 60,4a | 60,19a | 56,35b | | | | | |
| DIVPB | 0,4 | 83,67bc | 86,51b | 83,80bc | 84,69 | 3,043 | <0,001 | <0,001 | 0,002 |
| | 0,8 | 86,56b | 95,82a | 85,49bc | 89,29 | | | | |
| | 1,2 | 84,88bc | 93,63a | 80,59c | 86,36 | | | | |
| Média Plantas | | 85,03 | 92,02 | 83,29 | | | | | |
| DIVFDN | 0,4 | 44,21 | 34,04 | 38,03 | 38,76 | 6,126 | 0,507 | 0,045 | 0,106 |
| | 0,8 | 39,53 | 41,39 | 38,39 | 39,77 | | | | |
| | 1,2 | 40,07 | 35,42 | 37,60 | 37,70 | | | | |
| Média Plantas | | 41,27a | 36,95b | 38,00ab | | | | | |

DIVMS=Digestibilidade *in vitro* de Matéria seca; DIVMO= Digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica; DIVPB= Digestibilidade *in vitro* de Proteína Bruta; DIVFDN= Digestibilidade *in vitro* de Fibra em detergente neutro; P=Planta; L=Linha; PxL= Interação entre espaçamento de plantas x espaçamento de linhas.

De modo geral, em plantas de *Moringa oleifera* manejadas com altura média de 1,5m, a produção de massa verde é maior em plantas mais adensadas. Levando em conta que a qualidade nutritiva da planta não é alterada independente do

espaçamento de plantio. A digestibilidade *in vitro* dos nutrientes dos caules apresentaram as maiores médias no espaçamento 0,6m entre plantas e 0,8m entre linhas e quando se tratou da digestibilidade *in vitro* dos nutrientes das folhas, foram observadas que as maiores médias foram para as cultivadas em maior adensamento (0,4x0,4m entre linhas e plantas).

Levando em conta que a maior parte do que é consumido pelos animais são as folhas e a quantidade de nutrientes é maior nessa porção da planta, recomenda-se o plantio mais adensado, onde é possível se obter maior produção de massa por hectare e melhor digestibilidade dos nutrientes das folhas.

4.4. Conclusão

A *Moringa oleifera* apresentou resultados de produção e digestibilidade *in vitro* dos nutrientes quando cultivada com espaçamento de 0,6m entre plantas e 0,8m, sendo, portanto, esse espaçamento recomendado para cultivo da Moringa.

A quantidade de nutrientes presentes nas folhas e caules da *Moringa oleifera* não foi afetada pelos diferentes espaçamentos de cultivo entre linhas e entre plantas.

Referências bibliográficas

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. AOAC 2002.04: Amylase-Treated Neutral Detergente Fiber in Feeds. 18 ed. Gaithersburg: AOAC Internacional, 2005. 49 p.
- 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. Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 2, p. 133-144, 2010.
- FERREIRA, P. M. P. et al. Moringa oleifera: bioactive compounds and nutritional potential. Revista de Nutrição, Campinas, v. 21, n. 4, p. 431-437, 2008.
- GARAVITO, U. Moringa oleifera, alimento ecológico para ganado vacuno, porcino, equino, aves y peces, para alimentación humam, también para producción de etanol y biodiesel. Corporación Ecológica Agroganadera S. A. Colombia, 2008.
- JESUS, A.R.; MARQUES, N. S.; SALVI, E. J. N. R.; TUYUTY, P. L. M.; PEREIRA, S. A. **Cultivo da Moringa Oleífera** Instituto Euvaldo Lodi – IEL/BA. 2013

- MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves". *Animal Feed Science Technology*, v. 63, p. 211-228, 1996.
- REYES, N.; LEDIN, S.; LEDIN, I. Biomass production and chemical composition of *Moringa oleifera* under different planting densities and cutting frequencies in Nicaragua; 2003. Universidad Nacional Agraria, Nicaragua, 2003.
- REYES, N.; SPORNLY, E.; LEDIN, I. Effect of feeding different levels of foliage from *Moringa oleifera* to Creole dairy cows on intake, digestibility, milk production and composition. 2004.
- ROCHA, M.L.R.; MENDIETA, B. **Efecto de La suplementacion com follaje de *Moringa oleifera* sobre La produccion de leche de vacas em pastoreo.** Tesis Ing. Agron. Facultad de Ciência Animal. Universidade Nacional Agraria Nicaragua. Managua, p. 36. 1998.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2004. 235p.
- TUZINE, M.S.; MANDLATE, L.J.C.; FINIASSE, A.R.; CALEGARIO, N. Influência do espaçamento na produção de biomassa *Moringa oleifera*. **In.** III Mensuflor. Piracicaba. 2016.
- VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B., LEWIS, B. A. Methods for extraction fiber, neutral detergent fiber and starch polysaccharides in relation to animal nutrition cows. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.10, p.3583-3597. 1991.
- VASCONCELOS, M.C. ***Moringa oleifera* Lam.: aspectos morfométricos, fisiológicos e cultivo em gradiente de espaçamento.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Sergipe. 2013.
- ZANU, H.K.; ASIEDU, P.; TAMPUORI, M. et al. Possibilities of using *Moringa* (*Moringa oleifera*) leaf meal as a partial substitute for fishmeal in broiler chickens diets. *J. Anim. Feed Res.*, v.2, p.70-75, 2012.

5. ÓLEO DE SOJA NA DIETA DE OVINOS: PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE

RESUMO

Esta pesquisa buscou avaliar o uso de diferentes níveis de óleo de soja na alimentação de ovelhas sobre a produção, características físicas, químicas e poder antioxidante no leite. Foram utilizadas oito ovelhas pantaneiras lactantes distribuídas em duplo quadrado latino 4×4. Os tratamentos utilizados foram níveis de óleo de soja fornecidos às ovelhas, sendo eles: 0, 4, 8 e 16g/animal/dia de óleo de soja. Foram avaliados o consumo e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, a produção, qualidade e capacidade antioxidante do leite. Como resultado, foi observado que o consumo, a digestibilidade e a qualidade do leite não foram alterados pelos níveis de inclusão do óleo de soja. Houve aumento linear crescente na quantidade de malonaldeído presente no leite das ovelhas. Assim, conclui-se que níveis de até 16g/animal/ dia de óleo de soja não são suficientes para aumentar o desempenho, produção e qualidade do leite. Além disso, os níveis crescentes de óleo de soja aumentaram os efeitos pró-oxidantes no leite de ovelhas pantaneiras.

Palavras-chave: desempenho; ovinos; oxidação lipídica.

SOY OIL IN SHEEP DIET: MILK PRODUCTION AND QUALITY

ABSTRACT

This research sought to evaluate the use of different levels of soybean oil in sheep feed on production, physical and chemical characteristics and antioxidant power in milk. Eight lactating Pantaneira sheep have been used, distributed in a double Latin square 4×4 . The treatments used were levels of soybean oil supplied to the sheep, being: 0, 4, 8 and 16g / animal / day of soybean oil. The consumption and digestibility of dry matter and nutrients, milk production, quality and antioxidant capacity have been evaluated. As a result, it has been observed that the consumption, digestibility and quality of milk have not been affected by the levels of soy oil addition. There has been an increasing linear growth in the amount of malonaldehyde present in the sheep's milk. Thus, it is concluded that levels of up to 16g / animal / day of soybean oil are not enough to increase performance, production and quality of milk. Furthermore, the increasing levels of soybean oil have boosted the pro-oxidant effects in Pantaneira sheep's milk.

Keywords: performance; sheep; lipid oxidation.

5.1. Introdução

A população de pequenos ruminantes no Brasil chega a aproximadamente 13,77 milhões de cabeças (IBGE, 2017). No entanto, a produção de leite de ovinos no Brasil ainda é pequena, segundo a ARCO (2016), o país conta com dezoito produtores formais de leite. Apesar de pouco difundido no Brasil, em países da Europa, o consumo de leite e queijo oriundo de ovinos é muito grande. Outro fator a ser destacado é o potencial para a produção de queijo e o alto valor que pode ser agregado a esse produto, tornando-se assim uma alternativa viável de produção principalmente para pequenos produtores.

Com a difusão desses alimentos, o interesse pela manipulação do perfil de ácidos graxos do leite e da carne de ruminantes também tem crescido, uma vez que esses produtos têm sido apontados como grandes vilões da alimentação humana (Wood et al., 2003). Estratégias que vão desde a escolha da raça, sexo do animal, peso de abate e, principalmente, a alimentação fornecida ao animal podem ser utilizadas para melhorar o perfil de ácidos graxos dos produtos (Demeyer et al., 1999).

Levando em consideração que a gordura é o componente que mais sofre influência da alimentação, tem se estudado fontes de lipídeos de origem vegetal na dieta de ruminantes com o intuito de obter produtos mais saudáveis (Castro et al., 2009). Assim, saber se o fornecimento do óleo de soja para os animais em lactação mesmo que em pequena quantidade pode melhorar a qualidade do leite produzido ou alterar a oxidação lipídica do mesmo, pode auxiliar na decisão da inclusão do óleo como fonte alimentar de baixo custo na dieta das ovelhas. Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar o uso de diferentes níveis de óleo de soja na alimentação de ovelhas sobre a produção, características físicas, químicas e poder antioxidante no leite.

5.2. Material e Métodos

5.2.1. Local

O experimento foi conduzido no Centro de Pesquisa em Ovinocultura (CPO), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, Mato Grosso do

Sul – Brasil. No município de Dourados, Mato Grosso do Sul - Brasil, localizado a latitude 22°13'18.54"S, longitude 54°48'23.09" W e com altitude média de 452 m. O clima da região é o Cwa (mesotérmico úmido, com verão chuvoso), de acordo com a classificação de Köppen.

5.2.2. Animais e alimentação

Foram utilizados oito animais da raça Pantaneira com peso médio inicial de 37,36±4,38kg. Os animais foram acondicionados em baias individuais, duas semanas antes do parto. Os mesmos passaram por um período de quinze dias de adaptação às instalações e às dietas. Os cordeiros foram separados da mãe após o terceiro dia de nascimento, garantindo assim o consumo do colostro até o início da adaptação à coleta de leite.

A dieta fornecida foi à base de feno de aveia e concentrado (Tabela 1) e água à vontade. O concentrado fornecido aos animais era composto por grão de milho, farelo de soja e premix mineral, e foi ofertado aos animais na proporção 1:1, de acordo com a produção de leite. O óleo de soja foi fornecido diretamente na boca dos animais com seringa.

O volumoso era ajustado todos os dias de acordo com o consumo dos animais, sempre permitindo uma sobra de no mínimo 10%, garantindo assim, que os animais recebessem alimentação à vontade. O alimento era fornecido duas vezes ao dia, às 8h00 da manhã e às 16h00 da tarde, na forma de ração completa.

Tabela 1. Composição química dos alimentos fornecidos aos animais durante o experimento

| Nutriente | Concentrado | Feno ¹ |
|----------------------------|-------------|-------------------|
| Matéria seca | 83,00 | 79,56 |
| Matéria mineral | 6,66 | 9,18 |
| Proteína bruta | 20,52 | 11,66 |
| Extrato etéreo | 1,27 | 0,84 |
| Fibra em detergente Neutro | 6,55 | 66,80 |
| Fibra em detergente ácido | 4,61 | 38,52 |
| Carboidratos totais | 71,56 | 78,32 |

¹Feno de aveia

5.2.3. Tratamentos e período experimental

O arranjo experimental utilizado foi o duplo quadrado latino 4×4, sendo quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram distribuídos de acordo com os níveis de óleo de soja fornecidos às ovelhas, sendo eles: S0, sem uso de óleo de soja; S4 - fornecimento de 4g/animal/dia de óleo de soja; S8 – fornecimento de 8g/animal/dia de óleo de soja; e S16 – fornecimento de 16g/animal/dia de óleo de soja.

O experimento foi dividido em quatro períodos de 14 dias, totalizando, portanto, 56 dias experimentais. Durante o período, foram considerados nove dias de adaptação ao tratamento e cinco dias de coleta.

5.2.4. Amostragem

Para a avaliação dos tratamentos, considerou-se a produção, qualidade do leite e digestibilidade. Os animais foram ordenhados diariamente por ordenhadeira mecânica modelo de balde ao pé, duas vezes ao dia, às 7h30 e às 15h30, garantindo assim, intervalo de, no mínimo, oito horas entre as ordenhas.

Os animais seguiam para a sala de espera para ordenha, em seguida eram encaminhados à sala de ordenha, onde foram contidos em uma plataforma elevada com um canzil. Antes da ordenha, os animais passavam pelo procedimento de limpeza dos tetos (*pré dipping*) com solução de hipoclorito de sódio (10%) e em seguida os mesmos foram secos individualmente com toalhas de papel. Os animais receberam ainda uma unidade internacional de ocitocina para garantir assim a total liberação do leite da glândula mamária. Após as coletas, os tetos foram embebidos em solução comercial (*pós dipping*), garantindo assim o fechamento completo do esfíncter.

Durante os cinco dias de coleta, em todas as ordenhas o leite era pesado e eram enviadas amostras de 50 mL para posteriores análises de composição, na Clínica do Leite, ESALQ – Piracicaba – SP, através do método Infravermelho (ISO 9622:2013/IDF 141:2013).

Todos os dias, as amostras de sobra eram retiradas, pesadas e armazenadas na forma de amostra composta por animal por período, em freezer a -18°C, também foram amostrados o concentrado e o feno fornecido aos animais. O consumo foi mensurado através da pesagem do alimento fornecido e das sobras do cocho.

A digestibilidade dos alimentos foi calculada por meio do indicador interno, Fibra em Detergente Ácido indigestível (FDAi). Para tal, foram realizadas coletas de fezes diretamente do reto dos animais nos últimos cinco dias de cada período de 14 dias.

5.2.5. Análise Bromatológica

Determinou-se o conteúdo de matéria seca (MS – método 934.01), cinzas (MM – método 938.08) e proteína bruta (PB – método 981.10) segundo AOAC (2000). Os teores de fibra em detergente neutro (FND), fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN), segundo Van Soest et al. (1991), para as amostras dos alimentos fornecidos e fezes.

5.2.6. Digestibilidade

A determinação do FDAi, os alimentos ofertados, sobras e fezes foram alocados em sacos de tecido não-tecido (TNT) com dimensões de 5 x 5 cm. As amostras foram acondicionadas na proporção de 25 mg de MS/cm² de superfície. As amostras do fornecido, sobras e composições fecais foram avaliadas pelo procedimento de digestibilidade *in situ* descrita por Casali et al. (2008), que consiste na incubação ruminal por 264 h e posterior extração com solução em detergente ácido. Após esse período, os sacos foram retirados e lavados em água corrente até total limpeza e submetidos à análise de fibra de detergente ácido de acordo com Van Soest et al. (1991).

5.2.7. Perfil de ácidos graxos, capacidade oxidante e antioxidante do leite

Os lipídios foram esterificados segundo método de Hartman e Lago (1973), com a utilização de cromatógrafo a gás Thermo Finnigan, equipado com coluna capilar (Supelco, Sigma-Aldrich) de sílica fundida (100m de comprimento x 0,25mm de diâmetro interno x 0,2µm de espessura do filme) e detector por ionização de chama. Os picos dos ácidos graxos foram identificados por comparação com o tempo de retenção dos mesmos, utilizando uma mistura de padrões Sigma®. A quantificação dos ácidos graxos foi feita utilizando fatores de correção para as áreas de pico, calculada a partir de misturas padrões de ácidos graxos.

Para determinação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), utilizou-se metodologia descrita por Souza et al. (2011). Para determinação dos

antioxidantes, foram realizados os testes: 2,2-azinobis-3-etil-benzotiazolina-6- ácido sulfônico (ABTS), segundo metodologia de Arnao et al. (2001), 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH), segundo metodologia de Brand-Williams et al. (1995) e polifenóis totais, segundo metodologia de Singleton e Rossi (1965).

5.2.8. Análise estatística

Para a avaliação estatística foi utilizado o proc GLM do SAS (version 9.0, SAS intitute inc., Cary, MC, USA), com efeitos fixos de tratamento (doses), período, e animal aninhado em quadrado. As médias foram ajustadas à análise de regressão utilizando o proc REG do SAS (version 9.0, SAS intitute inc., Cary, MC, USA), considerando efeito significativo a 0,05% de probabilidade.

5.3. Resultados

A produção total de leite das ovelhas (Tabela 2) durante o período experimental foi de 206 kg. A maior produção de leite pelas ovelhas foi no período da manhã (137,5 kg). Os parâmetros avaliados não foram influenciados pelo uso do óleo de soja na alimentação das ovelhas.

O uso do óleo de soja não influenciou no consumo dos animais (Tabela 3), os mesmos consumiram 3,2% de matéria seca em relação ao peso corporal, atendendo dessa forma às exigências nutricionais das fêmeas.

Tabela 2. Produção de leite, peso corporal, escore de condição corporal de ovelhas durante o período experimental:

| Parâmetro | Média | Desvio Padrão | Máxima | Mínima |
|--------------------------------|--------|---------------|--------|--------|
| Produção de leite inicial (kg) | 0,53 | 0,22 | 1,21 | 0,17 |
| Produção de leite final (kg) | 0,37 | 0,23 | 1,09 | 0,14 |
| Produção de leite diária | 0,46 | 0,24 | 1,21 | 0,14 |
| Produção de leite total | 206,00 | 13,70 | 56,50 | 12,0 |
| Peso médio Inicial | 37,36 | 4,38 | 46,00 | 33,8 |
| Peso médio final | 38,00 | 5,37 | 49,30 | 31,5 |
| Condição corporal inicial | 1,68 | 0,24 | 2,00 | 1,50 |
| Condição corporal Final | 1,81 | 0,49 | 2,50 | 1,00 |

Tabela 3. Consumo de matéria seca e dos nutrientes de ovelhas pantaneiras (em gramas por dia e em porcentagem de peso vivo) recebendo diferentes níveis de óleo de soja na dieta:

| Consumo | Doses de Óleo de Soja (g) | | | | EPM | <i>p-value</i> | |
|----------------------|---------------------------|----------|----------|----------|--------|----------------|------|
| | 0,00 | 4,00 | 8,00 | 16,00 | | L | Q |
| Peso vivo (kg) | 37,91 | 37,49 | 38,00 | 37,33 | 4,90 | 0,85 | 0,93 |
| Matéria Seca (g/dia) | 1.204,93 | 1.214,28 | 1.180,52 | 1.208,81 | 237,65 | 0,99 | 0,87 |
| MS (% PV) | 3,17 | 3,23 | 3,23 | 3,11 | 0,45 | 0,86 | 0,79 |
| MM (% PV) | 0,27 | 0,27 | 0,26 | 0,27 | 0,03 | 0,78 | 0,71 |
| MO (% PV) | 2,91 | 2,97 | 2,85 | 2,97 | 0,42 | 0,86 | 0,79 |
| PB (% PV) | 0,47 | 0,48 | 0,46 | 0,48 | 0,10 | 0,91 | 0,82 |
| EE (% PV) | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,85 | 0,62 |
| FDN (% PV) | 1,49 | 1,52 | 1,46 | 1,52 | 0,20 | 0,85 | 0,74 |
| FDA (% PV) | 0,87 | 0,88 | 0,85 | 0,88 | 0,11 | 0,84 | 0,76 |
| CT (% PV) | 2,41 | 2,45 | 2,36 | 2,45 | 0,32 | 0,86 | 0,78 |

A digestibilidade dos nutrientes também não foi influenciada pela inclusão de óleo de soja na alimentação das ovelhas (Tabela 4).

Tabela 4. Digestibilidade dos nutrientes consumidos pelas ovelhas pantaneiras durante o período experimental:

| Digestibilidade | Doses de Óleo de Soja (mL) | | | | EPM | <i>p-value</i> | |
|-----------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|----------------|------|
| | 0,00 | 4,00 | 8,00 | 16,00 | | L | Q |
| MS (%) | 63,91 | 64,61 | 64,37 | 64,93 | 4,71 | 0,71 | 0,95 |
| MO (%) | 66,02 | 66,50 | 66,13 | 66,58 | 4,56 | 0,85 | 1,00 |
| PB (%) | 69,87 | 70,38 | 70,75 | 72,01 | 4,32 | 0,31 | 0,93 |
| EE (%) | 72,45 | 71,03 | 61,36 | 60,77 | 18,63 | 0,16 | 0,66 |
| FDN (%) | 51,36 | 50,56 | 50,90 | 50,07 | 7,53 | 0,76 | 0,99 |
| FDA (%) | 48,93 | 49,92 | 48,50 | 46,85 | 9,18 | 0,57 | 0,79 |
| CT (%) | 65,17 | 65,55 | 65,26 | 65,54 | 4,81 | 0,91 | 0,99 |

A produção e a qualidade do leite também não apresentaram diferença estatística quando os tratamentos foram estudados (Tabela 5). A quantidade de gordura no leite dos animais não foi significativamente diferente, mesmo com o fornecimento de uma fonte de óleo na dieta dos animais.

Tabela 5. Eficiência, produção e qualidade de leite de ovelhas pantaneiras recebendo diferentes níveis de óleo de soja:

| | Doses de Óleo de Soja (g) | | | | EPM | <i>p-value</i> | |
|---------------------------------------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|----------------|------|
| | 0,00 | 4,00 | 8,00 | 16,00 | | L | Q |
| Produção de leite (g/dia) | 441,15 | 468,95 | 451,78 | 463,38 | 274,37 | 0,84 | 0,85 |
| Gordura (g) | 32,75 | 35,08 | 32,94 | 32,26 | 20,17 | 0,90 | 0,88 |
| Proteína (g) | 23,10 | 24,69 | 23,65 | 23,86 | 12,96 | 0,96 | 0,90 |
| Caseína (g) | 19,16 | 20,38 | 19,56 | 19,76 | 10,88 | 0,96 | 0,92 |
| Lactose (g) | 21,07 | 22,64 | 21,82 | 22,46 | 14,78 | 0,89 | 0,93 |
| Sólidos totais (g) | 81,25 | 86,99 | 82,95 | 83,46 | 49,32 | 0,98 | 0,91 |
| Teor de energia do leite (MJ/g) | 4,95 | 4,89 | 4,76 | 4,65 | 0,70 | 0,36 | 0,95 |
| Excreção de energia no leite (MJ/dia) | 2143,73 | 2297,16 | 2177,49 | 2167,16 | 1310,32 | 0,97 | 0,89 |
| EPL 1 | 0,28 | 0,29 | 0,29 | 0,29 | 0,14 | 0,95 | 0,94 |
| EPL 2 | 0,44 | 0,45 | 0,45 | 0,43 | 0,22 | 0,92 | 0,85 |
| EPL 3 | 0,87 | 0,86 | 0,88 | 0,89 | 0,29 | 0,89 | 0,97 |
| CCS (log) | 2,09 | 2,36 | 2,35 | 2,21 | 0,45 | 0,78 | 0,20 |

NUL = Nitrogênio Uréico no Leite; EPL 1 = Eficiência de produção de leite; Leite (g)/Consumo de Matéria Seca (g); EPL 2 = Eficiência de produção de leite [Leite corrigido para energia (g)/Consumo de Matéria Seca (g)]; EPL 3 = Eficiência de produção de leite [Leite (g)/Consumo de concentrado (g)]

Verificou-se efeito linear decrescente para o teor de ácido palmítico no leite, porém, os demais ácidos graxos não foram influenciados pelos tratamentos ($p > 0,05$) (Tabela 6).

Tabela 6. Perfil de ácidos graxos (%) do leite produzido por ovelhas recebendo níveis crescentes de óleo de soja na alimentação:

| Ácidos | Doses de Óleo de Soja (mL) | | | | EPM | <i>p-value</i> | |
|-----------------------|----------------------------|-------|-------|-------|------|-------------------|------|
| | 0,00 | 4,00 | 8,00 | 16,00 | | L | Q |
| SFA | 73,84 | 73,86 | 73,90 | 73,86 | 0,07 | 0,47 | 0,58 |
| C4:0 | 1,58 | 1,58 | 1,59 | 1,57 | 0,03 | 0,51 | 0,35 |
| C6:0 | 1,69 | 1,68 | 1,70 | 1,70 | 0,03 | 0,43 | 0,97 |
| C8:0 | 2,93 | 2,95 | 2,95 | 2,94 | 0,06 | 0,78 | 0,45 |
| C10:0 | 6,67 | 6,69 | 6,68 | 6,78 | 0,12 | 0,08 | 0,45 |
| C12:0 | 4,22 | 4,23 | 4,23 | 4,23 | 0,04 | 0,59 | 0,76 |
| C14:0 | 10,63 | 10,69 | 10,81 | 10,58 | 0,43 | 0,82 | 0,32 |
| C15:0 | 1,47 | 1,46 | 1,46 | 1,47 | 0,05 | 0,81 | 0,67 |
| C16:0 | 27,93 | 28,00 | 27,89 | 27,75 | 0,21 | 0,05 ¹ | 0,36 |
| C17:0 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,01 | 0,48 | 0,79 |
| C18:0 | 14,50 | 14,42 | 14,37 | 14,69 | 0,42 | 0,30 | 0,21 |
| C20:0 | 0,92 | 0,91 | 0,92 | 0,87 | 0,06 | 0,12 | 0,40 |
| C22:0 | 0,86 | 0,85 | 0,87 | 0,86 | 0,01 | 0,66 | 0,37 |
| C24:0 | 0,22 | 0,24 | 0,20 | 0,18 | 0,06 | 0,15 | 0,68 |
| MUFA | 22,10 | 22,10 | 22,07 | 22,11 | 0,05 | 0,66 | 0,74 |
| C15:1 | 0,19 | 0,19 | 0,19 | 0,19 | 0,01 | 0,45 | 0,85 |
| C16:1 | 0,96 | 0,96 | 0,97 | 0,97 | 0,02 | 0,30 | 0,97 |
| C17:1 | 0,44 | 0,42 | 0,45 | 0,45 | 0,03 | 0,21 | 0,85 |
| C18:1t11 | 7,06 | 7,08 | 7,06 | 7,06 | 0,05 | 0,76 | 0,81 |
| C18:1 c9 | 13,38 | 13,34 | 13,33 | 13,36 | 0,12 | 0,85 | 0,41 |
| PUFA | 4,05 | 4,02 | 4,02 | 4,03 | 0,04 | 0,23 | 0,34 |
| C18:2n6 | 1,57 | 1,58 | 1,58 | 1,57 | 0,03 | 0,69 | 0,50 |
| C18:3cis 9,11trans | 0,87 | 0,85 | 0,86 | 0,87 | 0,03 | 0,98 | 0,22 |
| C18:3n3 | 1,59 | 1,58 | 1,57 | 1,58 | 0,03 | 0,59 | 0,27 |
| n-6/n-3 | 0,98 | 1,00 | 1,00 | 0,99 | 0,03 | 0,28 | 0,99 |

¹Equação: $\hat{Y}=27,994-0,0133x$

Com relação à peroxidação lipídica (Tabela 7), verificou-se efeito quadrático ($p<0,05$) na concentração de malonaldeído avaliado através do TBARS.

Tabela 7. Efeito da inclusão de níveis crescentes de óleo de soja sobre a oxidação lipídica expressos em mg malonaldeído/ L e em mmol malonaldeído/ kg de gordura do leite de ovelhas Pantaneiras:

| Oxidação | Doses de Óleo de Soja (mL) | | | | EPM | P-value | |
|--|----------------------------|---------|---------|---------|--------|---------|--------------------|
| | 0 | 4 | 8 | 16 | | L | Q |
| TBARS mg | | | | | | | |
| MDA/L | 1,662 | 3,188 | 3,936 | 3,765 | 0,990 | 0,004 | 0,004 ¹ |
| TBARS mmol | | | | | | | |
| MDA/kg gordura | 111,077 | 213,391 | 273,695 | 274,046 | 67,430 | <0,001 | 0,005 ² |
| Equação ¹ y=1,661+0,492x-0,029x ² ; ² y=111,077+30,949x-1,357x ² | | | | | | | |

Quanto aos antioxidantes presentes no leite, não foram observadas diferenças significativas (Tabela 8), sendo que todos os antioxidantes avaliados se comportaram da mesma maneira.

Tabela 8. Efeito da inclusão de níveis crescentes de óleo de soja sobre os antioxidantes presentes no leite de ovelhas Pantaneiras:

| Antioxidante | Doses de Óleo de Moringa (mL) | | | | EPM | P-value | |
|---------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|---------|------|
| | 0 | 4 | 8 | 16 | | L | Q |
| ABTS (%) | 77,78 | 69,95 | 84,74 | 76,97 | 20,21 | 0,79 | 0,75 |
| DPPH (%) | 13,45 | 10,25 | 19,76 | 10,21 | 14,40 | 0,83 | 0,40 |
| POLIFENOIS mg EAG/L | 28,74 | 30,87 | 30,20 | 26,79 | 5,58 | 0,35 | 0,23 |

5.3. Discussão

No início do experimento, foi possível observar uma média produtiva condizente com animais produtores de leite (Tabela 2), porém alguns animais se destacaram pela intensa produção. Silveira et al. (2017) ao trabalharem com animais da raça Lacaune com peso corporal médio de 57,6kg, observaram que animais em pico de lactação produziram uma média de 1500g/leite/dia e aos noventa dias de produção essa quantidade chegou a 670g/leite/dia.

A inclusão de diferentes níveis de óleo de soja não afetou a produção de leite, nesse estudo com animais não especializados em produção foi possível observar que a média produtiva foi equiparada aos animais especializados nos noventa dias de lactação. Quando observados mais a fundo aos noventa dias de lactação, os animais Lacaune produziam 0,011kg/leite/kg de peso corporal enquanto que os animais

estudados produziam 0,014kg/leite/kg de peso corporal, ligeiramente superior aos de raças especializadas e alguns animais chegaram a produzir quantidade próxima aos desses animais, destacando assim o potencial de seleção para uma linhagem leiteira dentro da raça.

Os animais ganharam peso durante o período experimental e conseqüentemente, melhoraram a condição corporal em 0,13 pontos em média. Porém, não houve efeito dos tratamentos no ganho, isso indica que a alimentação fornecida foi suficiente para a manutenção de produção e ainda contribuiu para o aumento de peso dos animais.

Os animais consumiram em média 3% do peso corporal em matéria seca. O consumo de matéria seca não foi alterado pela inclusão do óleo de soja. De acordo com Berchielli et al. (2011), há dois mecanismos que regulam a ingestão de alimentos: o físico, onde o trato digestivo fica cheio geralmente pela alta quantidade de fibra na dieta, ou pelo enchimento fisiológico, onde o animal para de comer quando atende sua necessidade energética. Levando em conta a baixa quantidade de inclusão do óleo na dieta, foi possível observar que o consumo de nutrientes não foi alterado pelos tratamentos (Tabela 3), indicando o enchimento fisiológico dos animais, levando assim ao atendimento das exigências do animal e conseqüentemente, mantendo o peso e a condição corporal dos animais adequadas do começo ao fim do experimento.

Torel et al. (2010) suplementou ovelhas em produção de leite com fonte de óleo e não observaram redução no consumo de matéria seca dos animais, corroborando com este estudo. Allen et al. (2000) afirmam que os mecanismos de redução de consumo de animais que recebem suplementação lipídica envolvem efeitos na fermentação ruminal, motilidade, palatabilidade, liberação de hormônios e na oxidação da gordura no fígado.

Não foram observadas diferenças significativas na digestibilidade dos nutrientes (Tabela 4). A quantidade de óleo ofertada aos animais foi pequena, esse fator pode ter influenciado o efeito não significativo na produção e na qualidade do leite (Tabela 5). Maia et al. (2006) trabalhando com a inclusão de diferentes tipos de óleos na dieta de cabras, também não observaram diferenças significativas na produção do leite. Sampelayo et al. (2007), afirmaram no estudo de revisão realizado que a produção de leite de ovelhas não varia significativamente devido à

suplementação lipídica. O mesmo ocorreu no estudo de Stradiotto et al. (2010) e Toral et al. (2010).

Com relação ao perfil de ácidos graxos, o óleo fornecido não alterou o perfil, exceto o ácido palmítico que se comportou de forma linear decrescente de acordo com o aumento dos níveis de óleo fornecido.

Com relação à oxidação lipídica (Tabela 7), foi possível observar que com o aumento das doses de óleo de soja, a quantidade de malonaldeído foi aumentando também, atingiu um ponto máximo quando o fornecimento de óleo foi de 8g/animal/dia e depois começou a cair. Quando foi realizada a conversão de malonaldeído para a quantidade de gordura presente no leite, foi possível observar o mesmo comportamento da curva em relação à quantidade de óleo fornecido.

Com relação aos antioxidantes avaliados (Tabela 8), todos se comportaram de maneira semelhante, não diferindo significativamente entre o fornecimento ou não do óleo.

Em vários estudos observados, quantidades pequenas do uso de óleo na dieta foram capazes de alterar o perfil de ácidos graxos presentes no leite. Porém, na maior parte do que foi observado, a avaliação ocorreu através de diferentes fontes de lipídeos e não com níveis. Além disso, efeitos pró-oxidantes foram observados mesmo com a avaliação de pequenos níveis de inclusão de óleo de soja na alimentação animal.

5.4. Conclusão

O fornecimento de até 16g de óleo de soja na dieta de ovinos de leite não influenciou no desempenho, produção ou composição do leite e aumentou a concentração de malonaldeído presente no leite, não sendo, portanto, recomendado a sua inclusão.

Referências bibliográficas

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

- ARCO. Associação Brasileira dos Criadores de Ovinos, 2016. Disponível em: <<http://www.arcoovinos.com.br/index.php>> Acesso em: 29/08/2019.
- BAUMAN, D.E.; GRIINARI, J.M. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: lowfat milk syndrome. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 70, p. 15-29, 2001.
- BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds). Nutrição de Ruminantes. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p.565-600.
- CASTRO, T.; MANSO, T.; JIMENO, V.; DEL ALAMO, M.; MANTECÓN, A.R. Effects of dietary sources of vegetable fats on performance of dairy ewes and conjugated linoleic acid (CLA) in milk. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 84, p. 47-53, 2009.
- DEMEYER, D.; DOREAU, M. Targets and procedures for altering ruminant meat and lipids. **Proceedings of the Nutrition Society**, Cambridge, v. 58, p. 593-607, 1999.
- GRIINARI, J.M.; CORL, B.A.; LACY, S.H.; CHUMINARD, P.Y.; NURMELA, K.V.V.; BAUMAN, D.E. Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by $\Delta 9$ desaturase. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 130, p. 2285-2291, 2000.
- IBGE. Pesquisa Pecuária Municipal, 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6930>> Acesso em: 29/08/2019.
- MAIA, F.J.; BRANCO, A.F.; MOURO, G.F.; CONEGLIAN, S.M.; SANTOS, G.T.; MINELLA, T.F.; MACEDO, F.A.F. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais e sanguíneos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, p. 1496-1503, 2006.
- SAMPELAYO, M.R.S.; CHILLIARD, Y.; SCHMIDELY, P.; BOZA, J. Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 68, p. 42-63, 2007.
- STRADIOTTO, M.M.; SIQUEIRA, E.R.; EMEDIATO, R.M.S.; MAESTÁ, S.A.; MARTINS, M.B. Efeito da gordura protegida sobre a produção e composição do leite em ovelhas da raça Bergamácia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 5, p. 1154- 1160, 2010.
- TORAL, P.G.; HERVÁS, G.; GÓMEZ-CORTÉS, P.; FRUTOS, P.; JUÁREZ, M.; DE LA FUENTE, M.A. Milk fatty acid profile and dairy sheep performance in response to diet supplementation with sunflower oil plus incremental levels of marine algae. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 93, p. 1655-1667, 2010.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for extraction fiber: neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

VIANNA, J.G.A. Panorama Geral da Ovinocultura no Mundo e no Brasil. Revista Ovinos, Ano 4, N. 12, Porto Alegre, Março de 2008.

WOOD, J.D.; RICHARDSON, R.I.; NUTE, G.R.; FISHER, A.V.; CAMPO, M.M.; KASAPIDOU, E.; SHEARD, P.R.; ENSER, M. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science*, Barking, v. 66, p. 21–32, 2003.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A *Moringa oleifera* é uma planta com grande potencial de uso como alimento alternativo para ruminantes. Apresenta quantidade de proteína maior que alguns concentrados comerciais e com uma digestibilidade que pode chegar a 99%.

A planta pode ser considerada de grande interesse, principalmente para pequenos produtores que tem a possibilidade de cultivar e fornecer a mesma de forma eficaz para os animais da propriedade.

A mesma pode ser cultivada em pequenos espaços de área, sendo que os resultados apontam para maior produção de matéria verde por hectare e melhor qualidade nutricional quando a planta é cultivada em maior adensamento.

Com relação ao uso de óleo de soja na alimentação de ovelhas em produção de leite, a quantidade utilizada no estudo não foi suficiente para mudar os parâmetros de desempenho, produção e qualidade do leite. A inclusão de níveis mais elevados de óleo de soja na dieta de ovinos pode levar a efeitos pró-oxidantes, o que não é interessante para esse produto, pois pode acarretar a redução do tempo de prateleira.