

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**AVALIAÇÃO BIOECONÔMICA DE ESTRATÉGIAS ALIMENTARES NA RECRIA  
DE BOVINOS DE CORTE EM MOÇAMBIQUE**

TÉLIS ADOLFO CUMBE

Engº. Agropecuário, especialidade em Produção Animal/Universidade Zambeze

Dissertação apresentada como requisito para à obtenção do título de Mestre em  
Zootecnia

Área de concentração: Produção Animal

Porto Alegre (RS), Brasil

Março de 2019

### CIP - Catalogação na Publicação

Cumbe, Télis Adolfo  
Avaliação bioeconômica de estratégias alimentares  
na recria de bovinos de corte em Moçambique / Télis  
Adolfo Cumbe. -- 2019.  
103 f.  
Orientador: Júlio Otávio Jardim Barcellos.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2019.

1. Análise econômica. 2. Modelo de simulação. 3.  
Nutrição. 4. Pastagens comunais. 5. Suplementação. I.  
Barcellos, Júlio Otávio Jardim, orient. II. Título.

Télis Adolfo Cumbe  
Engenheiro Agropecuário  
Especialidade em Produção Animal

## DISSERTAÇÃO

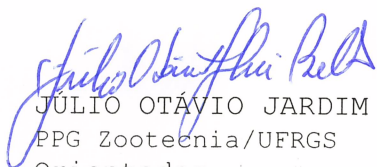
Submetida como parte dos requisitos  
para obtenção do Grau de

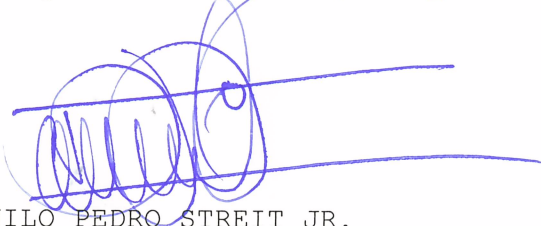
### **MESTRE EM ZOOTECNIA**


Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Faculdade de Agronomia  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre (RS), Brasil

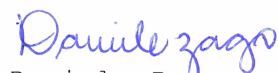
Aprovada em: 29/03/2019  
Pela Banca Examinadora


Homologado em: 22/05/2019  
Por

  
JÚLIO OTÁVIO JARDIM BARCELLOS  
PPG Zootecnia/UFRGS  
Orientador

  
DANILO PEDRO STREIT JR.  
Coordenador do Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia

  
Carolina Bremm  
UFRGS

  
Daniele Zago  
UFRGS

  
Ricardo Pedroso Oaigen  
UNIPAMPA

  
CARLOS ALBERTO BISSANI  
Diretor da Faculdade de Agronomia

Aos meus pais Adolfo e Joana pelos ensinamentos e valores concedidos  
continuamente, ao longo desta caminhada de vida.

Aos meus amores Antónia e Tylon, pelo amor incondicional.

**Dedico!**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Ministério da Ciência e Tecnologia, Ensino Superior e Técnico Profissional de Moçambique (MCTESTP) pela concessão da bolsa de estudos e a Universidade Zambeze, pela oportunidade para a continuação dos estudos.

A Universidade Federal do Rio Grando do Sul (UFRGS) e ao programa de Pós-graduação em Zootecnia pelo ambiente de estudos oferecidos.

Ao Prof. Júlio O. J. Barcellos pelo aceite para a orientação, pelos aprendizados contínuos de suas palavras encorajadoras, pela paciência e ao seu exemplo como profissional.

A Ione e ao Prof. Paulo Carvalho, pelas correspondências durante o processo da minha candidatura para o programa de Pós-graduação em Zootecnia.

Aos colegas do grupo Núcleo de Estudos em Sistemas de Produção de Bovinos de Corte e Cadeia Produtiva (NESPro), pelos momentos de convivência e pelo apoio, especialmente ao Fredy Gonzales, Amir Sessim e Everton Sartori.

Ao Prof. Pedro Chume, pelo incentivo sobre a importância da busca pela formação.

A toda a minha família, pois, mesmo com a longa distância, o seu apoio esteve sempre presente.

Enfim, a todos que de qualquer forma contribuíram para que hoje, eu possa ter tido a oportunidade de obter a presente formação.

**Obrigado!**

## AVALIAÇÃO BIOECONÔMICA DE ESTRATÉGIAS ALIMENTARES NA RECRIA DE BOVINOS DE CORTE EM MOÇAMBIQUE<sup>1</sup>

Autor: Télis Adolfo Cumbe

Orientador: Prof. Dr. Júlio Otávio Jardim Barcellos

### RESUMO

O uso de estratégias alimentares (EA) para suprir as lacunas da sazonalidade de produção das pastagens nativas durante a época seca, é necessária para maximizar a produtividade dos sistemas de produção animal. A inserção da modelagem e simulação se torna útil, como ferramenta de apoio na tomada de decisões, neste sentido, o objetivo da pesquisa foi avaliar o efeito bioeconômico do uso de diferentes EA na recria de bovinos de corte em Moçambique. Para isso, criou-se um modelo determinístico de simulação, por meio do uso do Software Microsoft Excel®, onde foram considerados entradas do modelo o peso vivo inicial (120 kg), ganho médio diário (GMD), alimentos e custos de produção. As EA foram simuladas para um total de 120 dias, com base em 5 sistemas de GMD, sendo: -0,200 kg (S-200); 0,000 kg (S000); 0,200 kg (S200); 0,400 kg (S400) e 0,600 kg/dia (S600). Cada sistema de GMD positivo simulado continha um total de 3 dietas formuladas, foram realizadas análises da performance econômica de 12 combinações de dietas (EA) e uma validação operacional. Os resultados mostraram que o maior ganho de peso vivo foi de 72 kg, resultando em 192 kg de peso corporal (S600). O S-200 demonstrou ter maiores custos de mão de obra. O farelo de milho, combinado com outros alimentos, constituiu o principal ingrediente nas EA formuladas em todos os sistemas, sugerindo-se ser promissor, dada a sua disponibilidade e ao seu baixo custo. O percentual de custo operacional efetivo (COE) foi acima de 99,15%. Os sistemas S-200, S000 e a EA5 do S200 tiveram os piores resultados com margem líquida (ML) negativa. O aumento do índice de ML foi proporcional com o aumento do GMD. A EA12 (S600) apresentou o melhor índice de ML (0,48) e conseqüentemente a melhor lucratividade (32,37%). Em geral, o modelo de simulação evidencia que, em sistemas de pastagens nativas e comunais de produção, é possível melhorar a produtividade de bovinos de corte em fase de recria durante a época seca, com uso de estratégias alimentares.

**Palavras-chave:** análise econômica, modelo de simulação, nutrição, pastagens comunais, suplementação.

---

<sup>1</sup> Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (103p), março, 2019.

## BIOECONOMIC EVALUATION OF FEEDINGS STRATEGIES IN THE YEARLING BEEF CATTLE SYSTEM AT MOZAMBIQUE<sup>2</sup>

Author: Télis Adolfo Cumbe

Advisor: PhD, Júlio Otávio Jardim Barcellos

### ABSTRACT

The use of feed strategies (FS) to fill the gaps in the seasonality of native pasture production during the dry season, is necessary to maximize the productivity of animal production systems. The introduction of modeling and simulation becomes useful as a support tool in decision-making, in this sense, the aim of this study was to evaluate the bioeconomic effect of the use of different FS on yearling beef cattle in Mozambique. For this, a deterministic model of simulation was created, using Microsoft Excel® Software, where the data entries for the model included initial live weight (120 kg), average daily gain (ADG), feeds and production costs. The FS were simulated for a total of 120 days, based on 5 ADG systems, being: -0.200 kg (S-200); 0.000 kg (S000); 0.200 kg (S200); 0.400 kg (S400) and 0.600 kg/day (S600). Each positive ADG system simulated contained a total of 3 formulated diets, analyzes of the economic performance of 12 combinations of diets (FS) and an operational validation were performed. The results showed that the highest live weight gain (LW) was 72 kg, resulting in 192 kg of body weight (S600). The S-200 has proved to have higher labor costs. Maize bran, combined with other feeds, was the main ingredient in FS formulated in all systems, suggesting to be promising given its availability and low cost. The percentage of effective operating cost (EOC) was above 99.15%. The systems S-200, S000 and FS5 of S200 had the worst results with negative net margin (NM). The increase in NM index was proportional to the increase in ADG. The FS12 (S600) presented the best NM index (0.48) and consequently better profitability (32.37%). In general, the simulation model shows that, in native and communal pasture production systems, it is possible to improve the productivity of beef cattle during the dry season, using feeds strategies.

**Keywords:** communal pastures, economic analysis, nutrition, simulation model, supplementation.

---

<sup>2</sup> Master of Science dissertation in Animal Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (103p), march, 2019.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	10
LISTA DE FIGURAS .....	11
CAPÍTULO I .....	14
<b>1 INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>15</b>
1.1 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....	18
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>18</b>
2.1 SUPLEMENTAÇÃO ALIMENTAR EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE .....	18
2.2 DESCRIÇÃO DA PRODUÇÃO DE BOVINOS EM MOÇAMBIQUE .....	25
<b>2.2.1 Sistema de produção e base alimentar .....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.2 Pastagens nativas: padrão da produção de forragem .....</b>	<b>29</b>
2.3 AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO ANIMAL POR MODELOS DE SIMULAÇÃO .....	31
<b>3 HIPÓTESE .....</b>	<b>34</b>
<b>4 OBJETIVOS .....</b>	<b>34</b>
4.1 GERAL .....	34
4.2 ESPECÍFICOS .....	34
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>35</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>38</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>40</b>
2.1 ÁREA DE ESTUDO .....	40
2.2 DESCRIÇÃO DO MODELO SIMULADO .....	41
2.3 SISTEMAS PRODUTIVOS CONSIDERADOS NA SIMULAÇÃO .....	43
2.4 ALIMENTOS UTILIZADOS NA SIMULAÇÃO .....	44
2.5 ANÁLISE ECONÔMICA .....	46
<b>2.5.1 Custo dos ingredientes de cada estratégia alimentar .....</b>	<b>46</b>
<b>2.5.2 Resultado econômico em cada sistema de ganho médio diário .....</b>	<b>48</b>
2.6 VALIDAÇÃO .....	52
<b>3 RESULTADOS .....</b>	<b>52</b>
<b>4 DISCUSSÃO .....</b>	<b>63</b>
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>72</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>72</b>
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>82</b>



<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>83</b>
<b>8</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>84</b>
<b>9</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>94</b>
<b>10</b>	<b>VITA .....</b>	<b>103</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Estratégias de suplementação alimentar e ganho médio diário (GMD) nos sistemas de produção de bovinos. ....	22
<b>Tabela 2:</b> Ganho médio diário (GMD) em quilograma (kg) de bovinos da raça Angone suplementados com diferentes estratégias alimentares na época seca no distrito de Angónia.....	24
<b>Tabela 3:</b> Ganho médio diário (GMD) em quilograma (kg) de bovinos da raça Landim suplementados com diferentes estratégias alimentares na época seca, na região Sul de Moçambique. ....	24
<b>Tabela 4:</b> Composição química (em base de matéria seca) dos ingredientes utilizados para a simulação das estratégias alimentares (EA) de bovinos de corte em fase de recria.....	44
<b>Tabela 5:</b> Alimentos utilizados em três estratégias alimentares (EA) simuladas para quatro sistemas de ganho médio diário (S-200, S000, S200, S400 e S600) de bovinos de corte na fase de recria.....	45
<b>Tabela 6:</b> Produtividade média anual (kg de MS), custo de implantação e/ou manutenção por ciclo produtivo (CIM) e preço por kg de MS de cada ingrediente utilizado na formulação de dietas para bovinos de corte em fase de recria.....	46
<b>Tabela 7:</b> Custos de mão de obra por sistema de GMD do pastoreio comunal dos animais para quatro sistemas de ganho médio diário (S-200, S000, S200, S400 e S600) de bovinos de corte na fase de recria. ....	48
<b>Tabela 8:</b> Diferentes dietas alimentares (estratégias alimentares) para cada sistema de GMD (S-200, S000, S200, S400 e S600) simulados e eficiência de GMD de bovinos de corte na fase de recria.....	54
<b>Tabela 9:</b> Custos relacionados com a alimentação por estratégia alimentar por animal nos sistemas (S-200, S000, S200, S400 e S600) de bovinos de corte na fase de recria.....	58
<b>Tabela 10:</b> Características econômicas das estratégias alimentares por animal nos sistemas (S-200, S000, S200, S400 e S600) de bovinos de corte na fase de recria. ....	61

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Características típicas do sistema de produção à base de pastos nativos em áreas comunais em Moçambique. ....	26
<b>Figura 2:</b> Número total de bovinos, explorações e média de bovinos de corte por província em Moçambique. Fonte: INE (2011). ....	27
<b>Figura 3:</b> Concentração de bovinos de corte em Moçambique por região. Fonte: INE (2011). ....	28
<b>Figura 4:</b> Produção de forragem em pastagens nativas em Moçambique na estação chuvosa (outubro a abril) e seca (maio a setembro). Fonte: Adaptado de Uaila (1999). ....	29
<b>Figura 5:</b> Sistema de produção com exemplos de componentes (CMP: A, B, C e D) e sua prioridade (objetivo do sistema). Fonte: Adaptado de Forrester (1968); Chiavenato (2014). ....	32
<b>Figura 6:</b> Ciclo da modelagem. Fonte: Adaptado de Grimm & Railsback (2004). ....	33
<b>Figura 7:</b> Mapa de Moçambique (localização do distrito de Angónia). Fonte: Adaptado de CENACARTA (2019). ....	41
<b>Figura 8:</b> Diagrama dos pressupostos dos sistemas de ganho médio diário (GMD) simulados. GP: ganho de peso. Fonte: Adaptado de Gradiz <i>et al.</i> (2007). ....	42
<b>Figura 9:</b> Pressupostos do manejo considerado para os sistemas de GMD simulados na recria de bovinos de corte da raça Angone. (D): desmame. ....	42
<b>Figura 10:</b> Entradas e saídas do modelo simulado. DS: dias de simulação. EA: estratégia alimentar. EfGMD: eficiência de ganho médio diário. ....	43
<b>Figura 11:</b> Peso vivo final (PVF) nos sistemas de ganho médio diário (GMD) (S-200, S000, S200, S400 e S600) de bovinos de corte na fase de recria durante 120 dias de simulação. ....	53
<b>Figura 12:</b> Consumo de matéria seca em percentagem do peso vivo (CMS em % PV) e consumo de proteína bruta em gramas (PB em g) nos sistemas (S-200, S000, S200, S400 e S600) de bovinos de corte na fase de recria. ....	55
<b>Figura 13:</b> Relação entre o % de ingredientes volumosos e concentrados nas estratégias alimentares (EA) dos sistemas de GMD na fase de recria do bovino de corte. SEA: sem estratégia alimentar. ....	56

**Figura 14:** Relação entre o consumo de matéria seca da *Hyparrhenia rufa* (CMS *H. rufa*) com o custo operacional efetivo (COE) nos sistemas (S-200, S000, S200, S400 e S600) de bovinos de corte na fase de recria. EA: estratégia alimentar. SEA: sem estratégia alimentar. ....62

**LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS**

BM	Banco de Moçambique
CENACARTA	Centro Nacional de Cartografia e Teledetecção
CMS	Consumo de matéria seca
COE	Custo operacional efetivo
COT	Custo operacional total
DS	Dias de simulação
Eq	Equação
EA	Estratégia/s alimentar/es
GMD	Ganho médio diário
INE	Instituto Nacional de Estatística
MB	Margem bruta
ML	Margem líquida
NDT	Nutrientes digestíveis totais
PB	Proteína bruta
PV	Peso vivo

## CAPÍTULO I

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Na África existem dois tipos de sistemas de produção de gado de corte, quanto ao regime de utilização dos pastos, o tradicional (produção em sistemas pastoris e agropastoril, mistos em regiões semiáridas, semi-úmidas e úmidas) e o sistema não-tradicional (orientado ao comércio de carne e leite, produção de gado em sistemas intensivos com irrigação em maior parte da África do Norte) (FAO, 2006).

Os sistemas (tradicional e não tradicional) têm limitadas dificuldades nas produções e produtividades, em particular aquelas de natureza técnica, causadas pela falta de alimentos para os animais ao longo do ano, sanidade animal, baixo potencial genético das raças e manejo inadequado nos animais; as políticas e institucionais que remetem à priorização do fornecimento local da carne em detrimento do fornecimento a preços adequados faz com que, os preços se mantenham baixos, desmotivando o aumento da produção, regulamentos de baixa exequibilidade, questões orçamentárias que fazem com que não se gere tecnologias para impulsionar a produção de gado; e também relacionadas com a zona agroecológica, que compreendem as zonas semiáridas, subúmidas, úmidas e zona do planalto, que impactam negativamente na produtividade dos animais (WINROCK INTERNATIONAL INSTITUTE FOR AGRICULTURAL DEVELOPMEN, 1992).

Nas áreas rurais, a produção de bovinos têm como objetivos atender o fornecimento de carne, leite, dejetos que enriquecem os solos (Masikati, 2010; Pell; Stroebel; Kristjanson, 2010), e ainda a representação de *status* de riqueza para o produtor africano (Mulindwa, 2010; Moyo & Swanepoel, 2010).

Em Moçambique, em torno de 80% da população têm a agricultura (incluindo a pecuária, silvicultura e pesca) como a base para a sua sobrevivência, por constituir a principal fonte de renda para as famílias dos agricultores. Mesmo que não atenda as suas necessidades financeiras mensais, contudo, tem contribuído em aproximadamente 25% do produto interno bruto (PIB) do país (FAO, 2018). A pecuária é um dos setores que contribuiu com 7% do PIB em 2009, em um cenário onde a produção agrícola participou com 78%, a silvicultura (9%) e a pesca (6%) (FAO, 2015). A característica da pecuária demonstra o quanto o setor pode ser considerado emergente, considerando que a produção da mesma ainda é baixa.

Ainda sim, mais de 40% da carne bovina dos estabelecimentos comerciais dos centros urbanos é proveniente do mercado externo (Vernooij; Dos Anjos; Mierlo,

2016). O desenvolvimento insignificante da indústria de carne é evidente, uma vez que, a maior parte da produção de bovinos de corte é praticada em sistemas extensivos, baseados exclusivamente nos pastos nativos em áreas comunais. As áreas comunais de pastagens nativas são sistemas em que os animais de diversos produtores são levados diariamente para pastejar nas áreas comunais, e recolhidos ao fim do dia para os currais dos proprietários. Nesses sistemas, os pequenos produtores são detentores de aproximadamente 90% do efetivo total (1,2 milhões de cabeças) do país, variando de 4 até 36 bovinos por produtor (INE, 2011). Schelling; Negenman; Graumans (2014) classificam as propriedades de produção de bovinos segundo o tamanho, em pequenas (até 10 cabeças) e médias (11 até 50 cabeças).

Dentre os diversos limitantes que afetam a produção de bovinos de corte em Moçambique, a alimentação é um dos principais, com limitações no período seco do ano. A disponibilidade das pastagens nativas em Moçambique pode ser considerada estacional, sendo maior entre os meses de outubro a abril e escassa de maio até setembro (Uaila, 1999). Essa característica está sujeita a variações dependendo do início tardio ou precoce das chuvas, que ocorrem nos meses de outubro a abril. O país é altamente vulnerável às mudanças do clima que tem provocado secas severas, cheias e até ciclones (FAO, 2015; Tinga & Chimbambala, 2016). Geralmente, em várias regiões de Moçambique, nos períodos de maio a setembro, ocorrem os maiores problemas relativos a escassez de forragens, a qual contribui para a baixa produtividade nessa época, portanto, intervenções como a prática da suplementação animal, são necessárias.

A Family Farming in África destaca que a oferta de alimentos suplementares em qualidades e quantidades adequadas, entre outros, é incluída como sendo uma série de práticas que demonstram esforços para a melhoria dos níveis produtivos dos animais (Costa; Crovetto; Bocchi, 2013). Mapiye (2009), estudando as oportunidades para a melhoria da produção de gado bovino em pequenas propriedades na África do Sul, concluiu que a alimentação é um dos principais limitantes nesses sistemas, o que demonstra a importância do manejo da mesma. Além disso, Molefi; Mbajjorgu; Antwi (2017) concluíram que a alimentação durante a época seca constitui uma das maiores limitações.

Quando se trata de sistemas de produção tradicionais, onde os produtores têm baixas condições socioeconômicas, a utilização de forragens nativas para a alimentação de bovinos não deve ser deixada de lado. Contudo, Nqeno; Chimonyo;



Mapiye (2011) salientam que, a produção de bovinos deve ser melhorada e sustentada a fim de garantir o bem-estar dessas famílias. Algumas alternativas podem ser, a utilização dos recursos disponíveis como, por exemplo, o uso de suplementos alimentares locais e alternativos em épocas críticas de alimentação, pois, as rações comerciais possuem preços mais elevados que os suplementos locais e difícil acesso.

Olson (2005) destaca que na época seca é necessário que sejam fornecidos aos animais fontes alternativas de alimentos, como o uso de forragens que tenham capacidade de suprir suas demandas nutricionais. Pois, geralmente os animais recebem dietas que estão mais associadas à disponibilidade de acordo com a época do ano, do que com as exigências dos animais.

Os benefícios do uso de algumas estratégias alimentares para suprir a demanda nutricional dos animais em Moçambique é evidente (Pimentel *et al.*, 2011; Tinga & Chimbambala, 2016). Gusha *et al.* (2017) ao analisarem o desempenho de bovinos suplementados com dietas tradicionais (restolhos de milho tratados com ureia; farinha de *Leucaena leucocephala*; e mistura de *L. leucocephala* + restolhos de milho tratados com ureia + *Macroptilium atropurpureum*) na época seca, concluíram que a oferta de suplementos para vacas de cria, permitiu que os bezerros fossem mais pesados à desmama.

Apesar de conhecido o impacto produtivo do uso da suplementação alimentar, o impacto econômico das opções alimentares pode variar de acordo com as características típicas do sistema produtivo praticado em uma determinada região, dado a acessibilidade dos recursos disponíveis à produção (Priyanti *et al.*, 2010). Nesse sentido, fica evidente a importância da busca por estratégias alimentares locais para a suplementação e avaliar suas respostas bioeconômicas, como opção não só manter o peso vivo, mas também para rentabilizar os sistemas de produção de bovinos de corte.

A experimentação de sistemas de bovinos de corte, com enfoque nas respostas bioeconômicas por modelagem e simulação, se torna útil, pois, essa técnica permite representar os processos naturais dos animais e seus sistemas produtivos e, também incorporar alguns efeitos de risco, através da reprodução de cenários sob diferentes condições (Gameiro, 2009). Deste modo, possibilita o apoio para a tomada de decisões flexíveis (Barcellos *et al.*, 2011) por meio da compreensão do sistema na totalidade, ou seja, da finalidade comum do sistema produtivo, sem que

necessariamente se possa despender maiores recursos financeiros, se comparados com experimentos a campo (Pang *et al.*, 1999).

Assim, esta pesquisa buscou avaliar, por meio da modelagem e simulação determinística, estratégias alimentares locais através de ganho médio diário, em sistemas baseados em pastagens nativas e comunais em Moçambique. Além disto, demonstrar e potencializar os respectivos sistemas, por meio de opções para a tomada de decisões relacionados com o perfil econômico mais adequado.

### 1.1 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação foi estruturada no formato de artigo e em capítulos. Depois de introdução geral que enfoca a importância do uso de suplementação alimentar nos sistemas de produção durante a época seca, segue-se o capítulo da revisão da literatura que inclui os seguintes pontos: (a) a visão geral da suplementação alimentar, com destaque para alimentos alternativos locais e GMD possíveis de serem gerados nesses sistemas; (b) uma descrição sobre a produção de bovinos de corte em Moçambique e (c) a avaliação de sistemas de produção animal por modelos de simulação; (3) hipótese e (4) os objetivos, ambos no capítulo I.

O capítulo II inclui: (1) a introdução específica do artigo; (2) material e métodos; (3) resultados; (4) discussão; (5) conclusões e (6) referências bibliográficas. Por fim, o capítulo III inclui: (7) as considerações finais; (8) referências bibliográficas; (9) anexos (normas da revista para submissão do artigo) e (10) vita.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 SUPLEMENTAÇÃO ALIMENTAR EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE

A suplementação nutricional é uma estratégia de manejo alimentar, que é imprescindível em sistemas que necessitam de correção das deficiências nutricionais, tanto para a manutenção de peso vivo como para o aumento da produtividade, principalmente devido à sazonalidade de produção dos pastos ao longo do ano. Neste contexto, a suplementação tem como finalidade, aumentar a capacidade de suporte das pastagens e auxiliar no seu manejo, potencializar o ganho de peso, diminuir a idade ao abate e fornecer aditivos ou nutrientes específicos (Reis; Siqueira;

Casagrande, 2010). E, associado a outros fatores de produção, a adoção da tecnologia de suplementação é uma opção que possibilita o encurtamento do ciclo de produção de bovinos de corte (Barcellos *et al.*, 2004). Entretanto, a prática da suplementação não tem uso generalizado em decorrência dos seus custos associados (Poppi *et al.*, 2018).

A suplementação em pastagens tropicais, principalmente no período seco é justificada, porque geralmente nesse período os pastos estão no seu estágio de maturação, o que determina com que os mesmos não possam fornecer nutrientes suficientes para o adequado desempenho dos animais, e nessa época, o nutriente de maior importância é a proteína (Reis *et al.*, 2009).

Além disso, a suplementação deve ser utilizada quando, identificados os nutrientes limitantes da foragem, como proteína e energia metabolizável, selecionando como suplementos, os alimentos com altos teores dos nutrientes em *deficit* e também quando conhecidas as técnicas de fornecimento e os custos relacionados com o sistema suplementar (Reis; Nussio, 2005; Blackwood; Clayton, 2007). Estes fatores influenciam na adoção da estratégia de suplementação (Bennison; Barton; Jaitner, 1997) por conseguinte, permitem a melhor utilização do pasto, até que o mesmo possa ser substituído por fonte de nutriente suplementar, que seja economicamente viável (Reis & Nussio, 2005). Por exemplo, quanto as técnicas de fornecimento do suplemento, pode ser diminuída a frequência de fornecimento semanal, sem alterar a performance produtiva, e reduzindo os custos de mão de obra, já que ao invés de fornecer 3 ou 7 vezes por semana, pode se fornecer uma vez (Franco *et al.*, 2018).

Os tipos de suplementos utilizados nos sistemas de produção variam, e destacam-se as misturas de sal mineral e ureia (proteínado), misturas múltiplas e suplementação com concentrados proteicos (Jayme *et al.*, 2013). Diversas pesquisas demonstram resultados positivos do impacto da suplementação sobre o desempenho biológico dos animais, ainda que nem sempre esse desempenho signifique, melhor retorno econômico ao sistema produtivo (Figueiredo *et al.*, 2007; Bicalho *et al.*, 2014; Shi *et al.*, 2014).

Franco *et al.* (2018) avaliando o efeito da frequência de suplementação à base de suplementos proteicos-energéticos (70% de milho, 24% de farinha de soja, 3% de ureia e 3% de mistura mineral), na proporção de 0,35% do PV em pastagens de *Urochloa brizantha*, observaram que a suplementação foi capaz de gerar ganhos

médios diários de 0,177 a 0,190 kg/dia em relação aos 0,005 kg/dia do tratamento sem suplementação.

Euclides *et al.* (2018) utilizando suplementos de mistura proteica-mineral e misturas de concentrados, verificaram que bovinos suplementados com mistura de concentrados apresentaram maior GMD (0,808 kg/dia) em relação aos suplementados com mistura proteica-mineral (0,425 kg/dia) na primeira estação seca.

Bicalho *et al.* (2014) avaliando o desempenho produtivo e a eficiência econômica de diferentes estratégias de suplementação alimentar na fase de recria e engorda de novilhos Nelore, com suplementos proteico-energético-mineral com 0,1; 0,2; 0,5 e 1,4% do PV e da dieta de confinamento concluíram que os suplementos permitiram reduzir o peso de abate para idade inferior aos 28 meses.

Goes *et al.* (2009) concluíram que a suplementação proteica-energética, com fornecimento de 1,0% PV proporcionou maior ganho de peso em novilhos mantidos em pastagens de *Brachiaria brizantha*, durante a época seca do ano e a suplementação proteica-energética, com 0,5 e 1,0% PV, proporcionou melhor taxa de lotação, 57,45 e 106,73 kg/ha, respectivamente, do que a suplementação proteica.

Devido aos altos custos dos suplementos mais concentrados em nutrientes, os sistemas de produção que se caracterizam por produções em pequena escala, ou produções de subsistência, em épocas de escassez de pastagens nativas (bases de alimentação), necessitam de opções de suplementação que se adéquem aos seus sistemas produtivos. Nesse contexto, é imprescindível avaliar e utilizar fontes de suplementos locais e alternativos (Bahar, 1981; Rueda *et al.*, 2003; Antari *et al.*, 2014), como opção para tornar os seus sistemas mais produtivos, pois, o uso de alimentos concentrados de maior custo se torna inviável (Franzel *et al.*, 2014; Gusha *et al.*, 2015; Gebreyowhans & Zegeye, 2018). Acrescente-se a isto, as características dos seus sistemas e o próprio mercado que muitas vezes não se encontra claramente definidos.

Nesses sistemas destaca-se, entre outros, o uso de árvores multifuncionais (*Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala*, *Moringa oleifera* e *Sesbania sesban*) que além de outras utilidades, podem ser utilizadas para a alimentação animal, com finalidade de reduzir os custos de alimentação (Kabi & Lutakome, 2013) já que, estas geralmente apresentam ciclos longos e podem permanecer verdes até na estação seca do ano. Além disso, algumas plantas como *Cajanus cajan*, *Manihot esculenta* e *Mucuna pruriens*, se tornam igualmente importantes nesses sistemas, pelos semelhantes propósitos.

Por exemplo, a *Leucaena leucocephala* é uma leguminosa que está amplamente distribuída e é uma das mais bem reconhecidas como suplemento na produção de bovinos ao nível do mundo (Beutel *et al.*, 2018) e pode manter os níveis de sua produção durante o ano (3,5 t MS/ha na época seca e 3,4 t MS/ha na época chuvosa) (Casanova-Lugo *et al.*, 2014a). A foragem de *Cajanus cajan* pode ser usada para fortalecer a produção de ruminantes em muitas áreas (Odeny, 2007).

O manejo em relação ao fornecimento desses suplementos é de extrema importância para evitar prejuízos, visto que, mesmo fornecendo os tais suplementos aos animais, além de ganhos de peso, podem ocorrer perdas de peso. Bezerros pós-desmamados suplementados com 1,0% ou 0,85 kg de MS/dia de feno de *Stylosanthes hamata*, perderam 0,066 kg de peso por dia (Quigley *et al.*, 2009). Nesse caso, a perda de peso, pode ter sido devida aos efeitos de feno *S. hamata*, pois, no tratamento em que os animais só receberam a dieta basal (*Brachiaria mulato*), o ganho foi positivo (0,069 kg/dia). A utilização de feno de *Gricidia sepium* e o feno *S. gradiflora* resultaram em manutenção do peso corporal, enquanto, a alimentação com resíduos industriais, houve perdas de peso em 0,039 kg/dia (Quigley *et al.*, 2009).

Meyreles; Macleod; Preston (1977a) ao avaliarem o efeito das folhagens frescas de *Manihot esculenta*, no seu tratamento controle, com uma dieta a base de cana-de-açúcar, ureia e minerais, encontraram perda de peso em cerca de 0,040 kg/dia, comparativamente aos tratamentos que foram adicionados 15, 30 e 45% de folhagem, pois, tiveram ganhos médios diários de 0,187; 0,105 e 0,144 kg/dia. Salientando-se a necessidade da correta escolha dos alimentos.

A Tabela 1 demonstra exemplos de evidências de experimentos já realizadas com o uso de estratégias de suplementação alimentar e os respectivos ganhos médios gerados nesses sistemas, com destaque para *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala*, *Manihot esculenta*, *Moringa oleifera*, *Mucuna pruriens*, *Cajanus cajan*, *Sesbania sesban*, pois, todos podem ser utilizados como suplementos.

**Tabela 1:** Estratégias de suplementação alimentar e ganho médio diário (GMD) nos sistemas de produção de bovinos.

Alimentos	Dieta	GMD (kg)	Referência
	Pastagem ( <i>Brachiaria brizanta</i> ) + 60% farinha de <i>Z. mays</i> + 40% farinha de <i>G. sepium</i> + 50 g/animal/d de mistura mineral completa	0,157±0,42	(González-Villalobos <i>et al.</i> , 2002)
	2,5% CMS pasto + 2 kg de suplemento com 30% de folhas frescas de <i>G. sepium</i>	0,530 a 0,634	(González <i>et al.</i> , 2003)
<sup>1</sup> <i>Gliricidia sepium</i>	Pastagem ( <i>Cynodon dactylon</i> ) + 2 h/dia de <i>G. sepium</i>	0,520	(Combellas <i>et al.</i> , 1996)
	Dieta base + bloco (75% de farinha de <i>G. sepium</i> + 25% de resíduos de coco)	1,00	(Somasiri <i>et al.</i> , 2010)
	70% de <i>Pennisetum purpureum</i> + 30% de <i>G. sepium</i>	0,320	(Mastika, 2003)
	50% de <i>Pennisetum purpureum</i> + 30% de <i>G. sepium</i> + 20% folhas de <i>Hibiscus</i>	0,390	
	<i>L. leucocephala</i> em duas fileiras de capim brizanta	0,427	(Radrizzani & Nasca, 2014)
	<i>L. leucocephala</i> em uma fileira de capim brizanta	0,660	
<sup>2</sup> <i>Leucaena leucocephala</i>	Feno de <i>L. leucocephala ad libitum</i>	0,471	(Quigley <i>et al.</i> , 2009)
	Foragem de <i>L. leucocephala ad libitum</i>	0,243 a 0,336	
	*Foragem de <i>L. leucocephala</i>	0,42±0,12	(Panjaitan <i>et al.</i> , 2014)
	Pastagem + 0,543 kg de folhas frescas de <i>L. leucocephala</i>	0,113	(Ojo <i>et al.</i> , 2014)
	Palha de arroz + <i>Brachiaria mutica</i> + folhas de <i>M. esculenta</i> pré-secadas ao sol (2,4 g PB/kg PV)/27% CMS	0,492	(Sath <i>et al.</i> , 2012)
<sup>3</sup> <i>Manihot esculenta</i>	Dieta basal ( <i>Pennisetum purpureum</i> e palha de arroz) + 25% folhas de <i>M. esculenta</i> e 75% <i>Phaseolus calcaratus</i>	0,551 a 0,609	(Thang; Sanh; Wiktorsson, 2008)
	75% <i>Pennisetum purpureum</i> + 2% folhas frescas de <i>M. esculenta</i>	0,460	(Moore, 1976 citado por Smith, 1988)
	Cana de açúcar + ureia + sulfato de amônia + minerais + 15% de folhas frescas de <i>M. esculenta</i>	0,187	(Meyreles; Macleod; Preston, 1977)

\*GMD obtido em propriedades de sistemas de corte durante 11 meses.

<sup>1</sup> É uma das maiores árvores forrageira dos trópicos devido ao seu alto teor de proteínas (22,3% de PB) e alto valor nutritivo (Heuzé; Tran, 2015a).

<sup>2</sup> Árvore que pode ser utilizada como forrageira, geralmente sempre verde, tem rápido crescimento, em condições difíceis da Austrália, pode durar entorno de 23 anos (Heuzé & Tran, 2015).

<sup>3</sup> É um tubérculo, na qual as suas folhas podem ser utilizadas como forragem (Heuzé & Tran, 2016). Os GMD demonstrados nesta tabela (Tabela 1), referem-se a resultados utilizando folhas.

**Tabela 1** (continuação): Estratégias de suplementação alimentar e ganho médio diário (GMD) nos sistemas de produção de bovinos.

Alimentos	Dieta	GMD (kg)	Referência
	Feno de folhas de castanhas e feno de folhas de <i>M. oleifera</i>	0,683	(Nouala <i>et al.</i> , 2009)
<sup>4</sup> <i>Moringa oleifera</i>	Pastagem + suplementação (20% de feno de <i>M. oleifera</i> + 80% silagem de milho)	1,79 ± 0,101	(Angel; Zambramo; Parra, 2018)
	CMS de 3,10 kg de <i>M. oleifera</i>	0,376	(Roy <i>et al.</i> , 2016)
	Pastagem + 0,59% de PV de feno de <i>M. oleifera</i>	0,380	(Castello & Gonzalez, 1996 citado por Sánchez; Spörndly; Ledin, 2006b)
<sup>5</sup> <i>Mucuna pruriens</i> (folhas e grãos)	Dieta base (15% de palha de arroz + 85% concentrado) + suplementação com 12% de farinha <i>M. pruriens</i>	1,57 ± 0,430	(Yantika <i>et al.</i> , 2016)
	Pastagem natural + 2% PV de feno de <i>M. pruriens</i>	0,667	(Murungweni; Mabuku; Manyawu, 2004)
	41% de <i>Z. mays</i> + 25% de feno + 10% grão de <i>M. pruriens</i> + 10% de feno soja + 13% concentrado + 1% de vitaminas e premix	1,05	(Chakoma <i>et al.</i> , 2016a)
	40% de <i>Z. mays</i> + 35% de feno + 24% grão de <i>M. pruriens</i> + 1% de vitaminas e premix	0,760	
<sup>6</sup> <i>Cajanus cajan</i>	Pastagem nativa + suplementação 30 a 90 dias com foragem de <i>C. cajan</i>	0,220 a 0,340	(Mills, 1961 citado por Sebata, 2018)
	Foragem de <i>C. cajan</i>	0,680 a 1,25	(Bahar, 1981)
<sup>7</sup> <i>Sesbania sesban</i>	CMS de 2,78% de PV ( <i>Hymenachne acutigluna</i> + <i>Sesbania sesban</i> )	0,406	(Nhan; Man; Preston, 2009)
	CMS de 2,74% de PV ( <i>Paspalum atratum</i> + <i>S. sesban</i> )	0,389	
	** <i>Sesbania adilibitum</i>	0,341	
	<i>Sesbania fresco</i> + farelo de arroz	0,401	
	<i>Brachiaria mulato</i> + <i>S. sesban</i>	0,169	(Quigley <i>et al.</i> , 2009)
	Pastagem nativa + 1% MS PV de <i>sesbania</i> <sup>2</sup>	0,071	

<sup>4</sup>Árvore utilizada para diversos fins, incluindo a alimentação animal (Heuzé *et al.*, 2016c).<sup>5</sup>Leguminosa na qual os seus grãos e folhas podem ser utilizadas para a alimentação animal, é uma planta anual e por vezes perene de curta duração (Heuzé *et al.*, 2016c).<sup>6</sup> É uma leguminosa tropical e subtropical, com diversas utilidades. As sementes e folhas podem ser utilizadas para a alimentação animal, é muito resistente a condições de seca (Heuzé *et al.*, 2016b).<sup>7</sup>Árvore perene de crescimento rápido, utilizada para a alimentação animal (Heuzé *et al.*, 2015c).<sup>\*\*</sup>*Sesbania gradiflora*.

Em Moçambique, a busca de opções para garantir o adequado desempenho produtivo na produção de bovinos é evidente. Pimentel *et al.* (2011) avaliaram estratégias de suplementação de bovinos da raça Angone mantidos em pastagens naturais na Estação Zootécnica de Angónia com animais de 12 a 18 meses de idade e 100 a 120 kg de peso vivo. Nessa pesquisa, os bovinos foram suplementados durante a noite nos currais de repouso (pernoite), entre os meses de julho a novembro (Tabela 2). Contudo, o melhor ganho obtido foi de 400 g/dia, resultado da suplementação utilizando feno de gramíneas e feno de *L. pallyda*.

**Tabela 2:** Ganho médio diário (GMD) em quilograma (kg) de bovinos da raça Angone suplementados com diferentes estratégias alimentares na época seca no distrito de Angónia.

Tratamento	GMD (kg)
Pastagem natural (Sem suplementação)	0,093 <sup>d*</sup>
Pastagem natural + feno de gramíneas	0,206 <sup>c</sup>
Pastagem natural + bloco de minerais	0,2055 <sup>c</sup>
Pastagem natural + feno de gramíneas + forragem de <i>Gliricidia sepium</i>	0,340 <sup>b</sup>
Pastagem natural + feno de gramíneas + forragem de <i>Amoreira alba</i>	0,300 <sup>b</sup>
Pastagem natural + feno de gramíneas + feno de <i>Leucaena pallyda</i>	0,400 <sup>a</sup>

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

Fonte: Pimentel *et al.* (2011).

Também Tinga e Chibalambamba (2016) relatam resultados da suplementação estratégica durante a estação seca (Tabela 3) na região Sul de Moçambique, onde os animais eram criados com base em condições de pastos naturais e com fornecimento de diversos suplementos nos currais de repouso. O melhor resultado foi obtido no tratamento com pastagem natural mais o feno de *L. leucocephala*.

**Tabela 3:** Ganho médio diário (GMD) em quilograma (kg) de bovinos da raça Landim suplementados com diferentes estratégias alimentares na época seca, na região Sul de Moçambique.

Tratamento (suplementos utilizados)	GMD (kg)
Pastagem natural (sem suplementação)	0,005 <sup>a</sup>
Pastagem natural + palha de <i>Zea mays</i>	0,178 <sup>b</sup>
Pastagem natural + palha de sorgo	0,275 <sup>b</sup>
Pastagem natural + feno de <i>Leucaena leucocephala</i>	0,325 <sup>b</sup>
Pastagem natural + feno de gramíneas	0,078 <sup>a</sup>
Pastagem natural + feno de gramíneas + bloco de ureia-melaço	0,292 <sup>b</sup>

Médias seguidas de letras diferente na mesma coluna, diferem entre si pelo teste Scott-Knott (P<0,05)

Fonte: Tinga & Chibalambamba (2016).



O impacto econômico das diversas opções de alimentação, pode variar principalmente de acordo com os ganhos médios diários possíveis de serem gerados nos sistemas de produção de bovinos de corte, uma vez que, estes poderão ditar sobre a receita total. Além disso, estarão também envolvidos, entre outros, diferentes aspectos inerentes aos sistemas de produção específico, isto é, o quanto de custos variáveis, fixos, semi-fixos e custos de remuneração de fatores (Sartorello; Bastos; Gameiro, 2018) que estiverem envolvidos na produção.

Contudo, como demonstrado por autores como Priyanti *et al.* (2010), os benefícios gerados pela suplementação também dependeram da região específica na qual foi feita a pesquisa, devido aos custos dos ingredientes envolvidos para atingir o ganho de peso desejado, de acordo com o potencial produtivo das raças.

## 2.2 DESCRIÇÃO DA PRODUÇÃO DE BOVINOS EM MOÇAMBIQUE

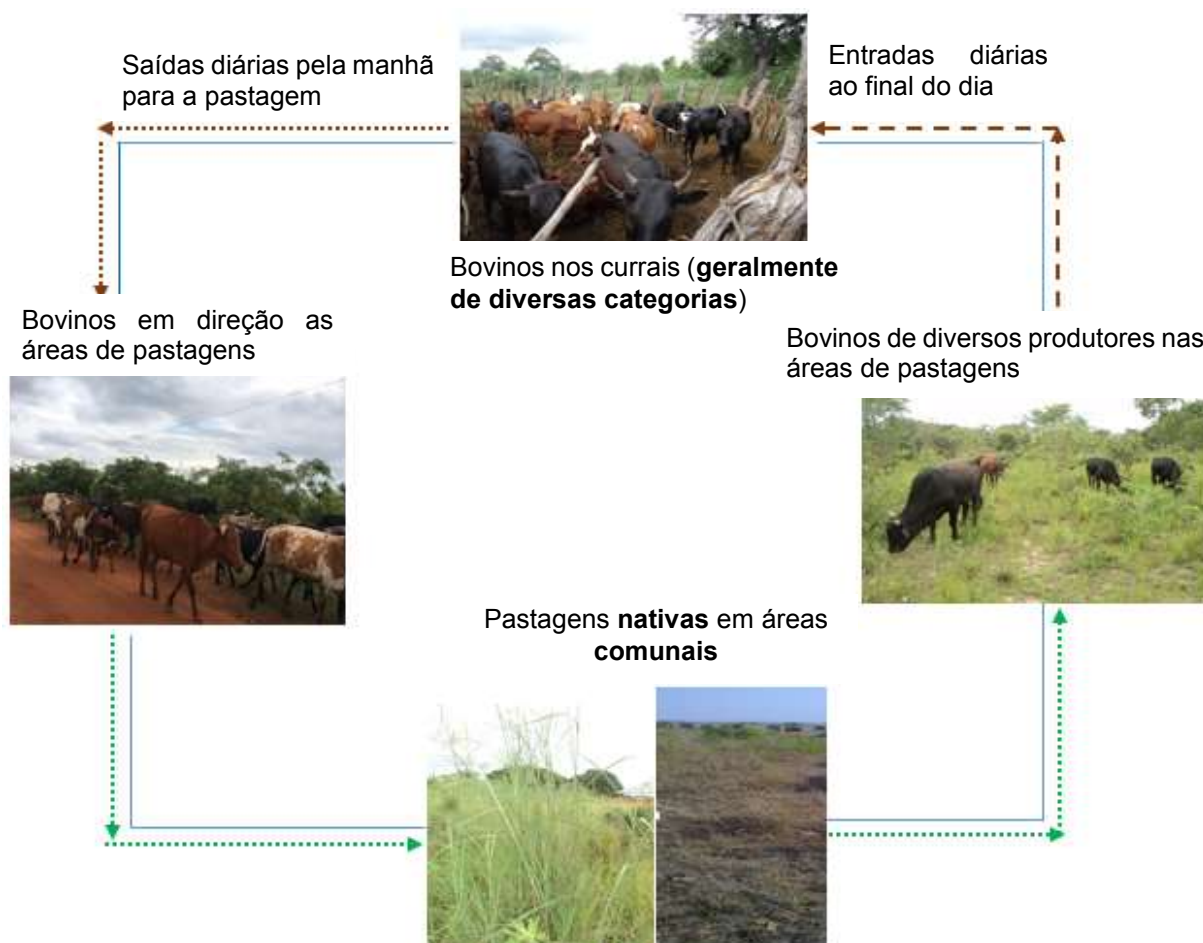
### 2.2.1 Sistema de produção e base alimentar

O rebanho de bovinos de corte de Moçambique foi estimado em 1.277.044 cabeças, aproximadamente 90% encontra-se em pequenas explorações (INE, 2011). Em geral, essa produção é praticada em sistemas extensivos, com base em pastagens nativas, em áreas comunais (Dionísio, 1985).

As áreas comunais de pastagens nativas representam a forma típica do sistema de produção de Moçambique, na qual os animais de diversos produtores, utilizam uma mesma área destinada ao pastoreio (sem controle da carga animal), que é um recurso local e não representa nenhum investimento para o produtor, já que as áreas comunitárias pertencem ao Estado. Nesses sistemas, os animais de diversos produtores saem dos currais de pernoite, acompanhados do pastor de gado, pela manhã até as áreas de pastagens comunais e ao final do dia, retornaram aos currais, isso ocorre diariamente de forma rotineira, durante o ano (Figura 1). Algumas exceções podem ocorrer, onde alguns produtores (8%) deixavam os seus animais nas áreas de pastagem durante a noite (Rocha; Starkey; Dionísio, 1991).

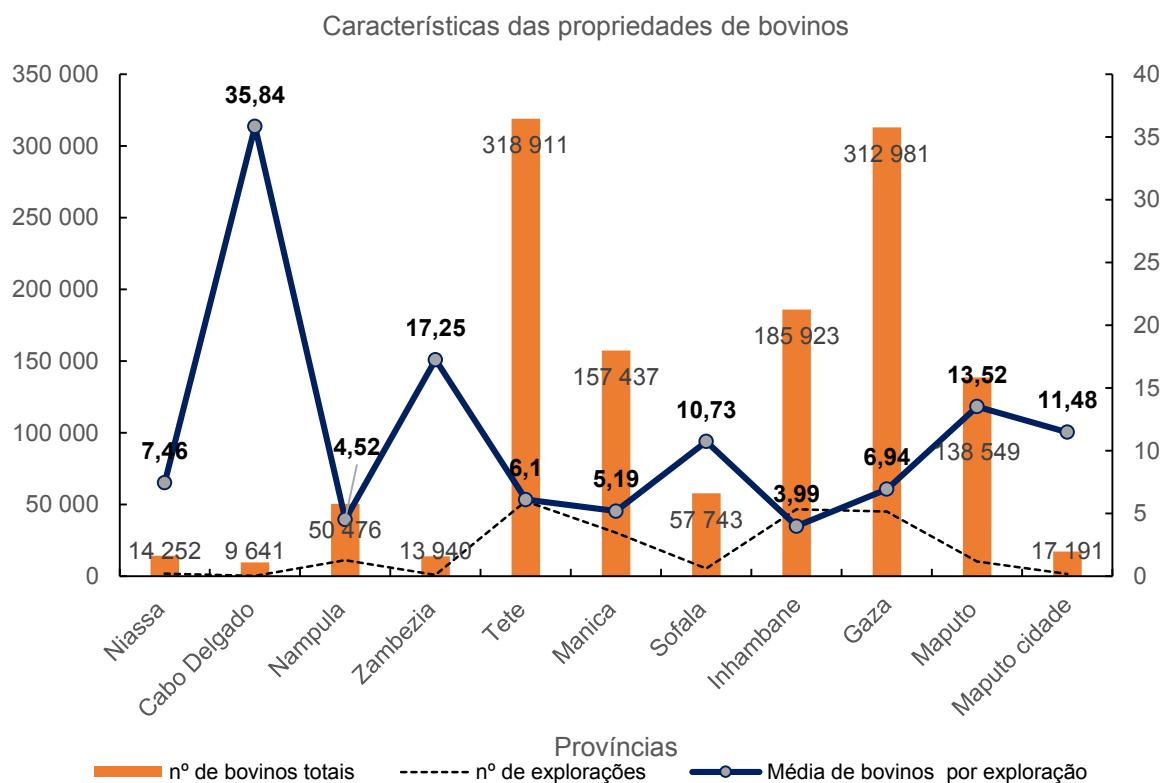
A média de cabeças de bovinos por produtor em Moçambique varia entre 4 e 36 (Figura 2), porém, baseando-se no número total de bovinos e de explorações, obtém-se uma média geral de 6,21 cabeças por produtor (INE, 2011). Essas médias demonstram pouca evolução, pois, apesar de já terem passados quase 30 anos, esse padrão é similar aos resultados de Rocha; Starkey; Dionísio (1991), onde em um

estudo feito na região Sul de Moçambique encontraram a média entre 0 a 10 bovinos (47%). No entanto, também verificou-se 11 a 20 bovinos (23%) e os restantes 30% variando de 21 a 100 bovinos. E ainda, esses dados são semelhantes a média maioritária de 10 bovinos por criadores alcançados no distrito de Sussundenga (Cumbe *et al.*, 2017).



**Figura 1:** Características típicas do sistema de produção à base de pastos nativos em áreas comuns em Moçambique.

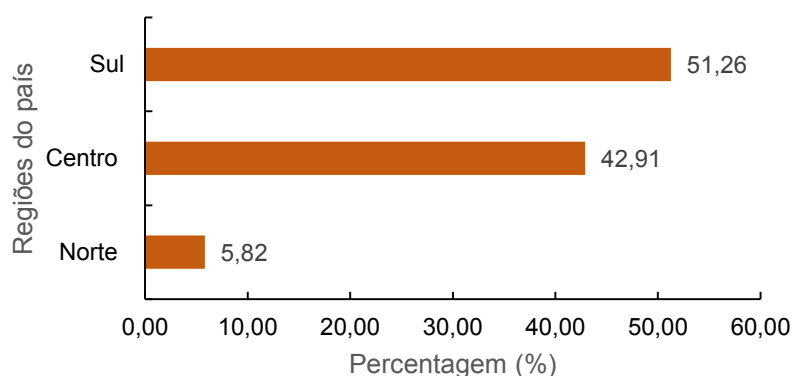
Ademais, o maior número de bovinos e de explorações em uma determinada província (Figura 2), não são indicativos de maior média de bovinos por produtor, pois, nota-se que o caso da província de Cabo Delgado tem-se uma média de 35,84 bovinos por exploração e com um total de 9.641 bovinos totais. E as províncias com maior concentração de animais, como é o caso de Tete, tem 318.911 bovinos totais, mas a sua média é de 6,1 bovinos por exploração (INE, 2011). Essa característica levanta hipótese de que nesta província (Tete), a criação esteja relacionado com os hábitos e costumes da região, associado ao prestígio social.



**Figura 2:** Número total de bovinos, explorações e média de bovinos de corte por província em Moçambique. Fonte: INE (2011).

As províncias da região Sul (Maputo, Gaza e Inhambane) apresentam maior efetivo em relação à região Centro (Sofala, Manica, Tete e Zambézia) e Norte (Nampula, Cabo Delgado e Niassa) (Figura 3), pois, o percentual de concentração dos respectivos bovinos é de 51,3%; 42,9% e 5,8%, respectivamente (INE, 2011).

A principal razão para a concentração de gado na região Sul, é atribuída a presença da mosca tsé-tsé no Norte e Centro (FAO, 2013). Specht (2008) ao estudar a prevalência da tripanossomose nos distritos da região Centro (Tete, Manica, Sofala e Zambézia entre 2003-2005), concluiu que as taxas da prevalência da tripanossomose nesses distritos oscilavam de 10 a 40% nesses anos, constituindo ainda evidências sobre as possíveis causas da maior concentração de bovinos na região Sul de Moçambique.



**Figura 3:** Concentração de bovinos de corte em Moçambique por região. Fonte: INE (2011).

Os animais são utilizados para diversos fins, entre eles, a tração animal (Rocha; Starkey; Dionísio, 1991; Rege; Tawah, 1999). Quase 20% de um total de 948 bovinos nas propriedades eram animais de trabalhos (Rocha; Starkey; Dionísio, 1991). Esta produção ainda constitui uma reserva monetária importante das famílias rurais de baixa renda, para os momentos de maior necessidade e é um item facilmente divisível como herança nas famílias (Morgado, 2004; INE, 2011; Cumbe *et al.*, 2017). Nesses sistemas, os currais são geralmente inadequados, animais não são separados em categorias, não são utilizados brincos para a identificação dos mesmos, os acasalamentos ocorrem de forma natural e ao acaso nas áreas de pastagens comunais (Dionísio, 1985; Cumbe *et al.*, 2017).

Essas características tornam difícil o controle de diversos parâmetros imprescindíveis de produção, porque na maioria dos casos os rebanhos pertencem a diversos proprietários, ainda que isso não signifique que os pastores de gado não conheçam os seus animais. Este é um dos desafios dos sistemas comunais, como demonstrado por Mapiye *et al.* (2009) ao referenciar que a época de monta, assim como a época dos nascimentos é indefinida, em estudo sobre as oportunidades de melhoria do gado dos pequenos produtores.

Os animais na época de escassez de pastagens, geralmente são obrigados a caminhar longas distâncias, o que acarreta maior demanda energética dos mesmos. Rocha; Starkey; Dionísio (1991) concluíram que na região Sul de Moçambique os animais caminhavam em média 17,3 km na época seca, em comparação com 8 km na época chuvosa, isso em Nungo, Marien N'Guabi e vila de Motaze. Médias similares também tem sido descritas em outras regiões da África, como os  $12,20 \pm 2,25$ ;  $11,69$

$\pm 2,51$  e  $15,49 \pm 1,72$  km nas regiões Sul Sahaliano, Norte e Sul Sudânico, respectivamente em Burkina Faso (Zampaligré & Schlecht, 2018). Essas características enfatizam a importância de opções de alimentação em épocas críticas.

### 2.2.2 Pastagens nativas: padrão da produção de forragem

A produção de forragem das pastagens nativas em Moçambique é variável com a estação do ano, sendo que, encontra-se em maiores quantidades na estação chuvosa em relação à seca (Figura 4). De acordo com Timberlake (1985) a produtividade de MS das pastagens em Moçambique foi estimada em 2,7 t/ha/ano, no entanto, a estimativa foi baseada tendo em conta que a fertilidade do solo não é excessivamente limitante.



**Figura 4:** Produção de forragem em pastagens nativas em Moçambique na estação chuvosa (outubro a abril) e seca (maio a setembro). Fonte: Adaptado de Uaila (1999).

É na estação seca, principalmente no final desta, que os produtores enfrentam dificuldades para encontrar áreas de pastagens que possam fornecer alimentos suficientes para atender as necessidades de manutenção do peso corporal e das funções produtivas dos animais. Contudo, isso faz com que durante a estação seca, o gado diminua o seu peso corporal, podendo chegar a perder em torno de 20% do peso corporal (Dionísio, 1985).

O cenário da indisponibilidade dos pastos naturais na estação seca é também agravado pelas queimadas descontroladas nas áreas de pastagens, uma prática ainda comum em algumas regiões de Moçambique, como exemplo, o distrito de Angónia na província de Tete (Vilela, 2005).

De acordo com Timbarlake & Dionísio (1984), os pastos naturais em Moçambique são classificadas em três tipos principais, sendo: (1) - doces ou savana doce; (2) - mistos e (3) – acres ou savana acre. Os pastos doces são caracterizados

por manter os seus valores de proteína bruta depois de florescer e conseqüentemente continuam sendo palatáveis durante a época seca, enquanto os pastos acres são aqueles que geralmente perdem os seus valores de proteína bruta depois da floração, sendo assim palatáveis por um período relativamente curto, o que indica que não podem suprir a demanda nutricional do gado durante a época seca ou todo ano (Botsime, 2006; Cunguara *et al.*, 2016).

A classificação acima descrita, também é similar a dos pastos naturais descritos nas regiões da Eastern Cape na África do Sul, onde é considerada pastagens doces e acres (Mapiye, 2009).

A maioria dos pastos naturais são considerados de boa qualidade por serem de savana doce. Sob o ponto de vista da variabilidade das diferentes regiões agroecológicas de Moçambique, é possível afirmar que as gramíneas do tipo C<sub>3</sub> têm maior probabilidade de ocorrer nas regiões de climas com menos precipitação, como a região Sul e Centro do país. Portanto, por possuírem menores teores de fibra e menor teores de lignina que proporcionam maior digestibilidade, estas são consideradas gramíneas de boa qualidade para alimentação do gado (Cunguara *et al.*, 2016).

As províncias da região Norte têm altos níveis de precipitação, o que faz com que haja maior probabilidade de ocorrência de gramíneas C<sub>4</sub> (Mercader *et al.*, 2010). Os pastos naturais do Norte são classificados como savana acre (Timberlake & Dionísio, 1984). Contudo, esta característica, entre outras, pode justificar a razão pela qual a produção de bovinos é a mais reduzida, quando comparado com as regiões Centro e Sul de Moçambique (Figura 2 e 3).

Assim sendo, mesmo que a maior parte dos pastos naturais que ocorrem em Moçambique sejam considerados de boa qualidade e de savana doce, não significa que os requerimentos nutricionais dos animais nas diversas categorias sejam eficientemente alcançados. Pois, na estação seca, os animais são severamente afetados, principalmente quando o início das primeiras chuvas se atrasa. O que demonstra a imperiosa necessidade de desenho de estratégias alimentares que respondam as necessidades dos animais e por fim contribuam para a melhoria da condição socioeconômica dos produtores. Evidências de análises produtivas do uso de algumas opções alimentares já foram demonstradas (Tabela 2 e 3) (Pimentel *et al.*, 2011; Tinga & Chimbambala, 2016).

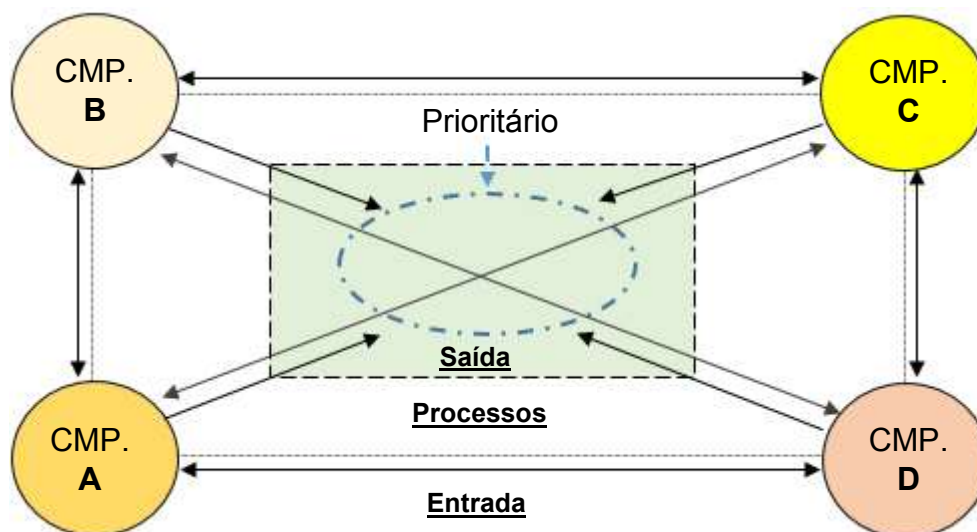
## 2.3 AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO ANIMAL POR MODELOS DE SIMULAÇÃO

Um sistema é um conjunto de componentes interligados entre si que operam juntos, com a finalidade de alcançar um propósito comum (Forrester, 1968), indicando uma relação de causa efeito entre as partes que o compõe (Chwif & Medina, 2015). No entanto, no plano de sua construção, o objetivo do sistema como um todo, deve ser priorizado em relação aos subsistemas (CMP. A, CMP. B, CMP. C, e CMP. D) (Figura 5), apesar dos mesmos serem de alta importância na operação do todo (Chwif & Medina, 2015). Um sistema em si, engloba entradas, processos e saídas (Figura 5), que interagem para o funcionamento do sistema na sua totalidade, significando que a alteração dos dados de entrada de um componente específico do sistema, poderá influenciar (modificar) nos parâmetros finais do mesmo (saída), sendo por isso, considerado como o princípio mais importante na visão do sistema (Chiavenato, 2014).

Além disso, no sistema tem-se a chamada realimentação, que tem a importância de comparar a maneira como um sistema funciona em relação ao padrão estabelecido para funcionar. Essa comparação baseia-se na energia de saída do sistema em relação à entrada (Chiavenato, 2014).

Um sistema de produção de bovinos de corte pode ser entendido como um conjunto de fatores de produção, que em conjunto interagem entre si para a produção de 1 kg de carne, porém, o conjunto de tecnologias de processos envolvidos para essa finalidade, definirá o sistema de produção (Barcellos & Suñé, 2011).

Nesse contexto, um sistema de produção animal pode ser avaliado por meio de modelagem e simulação, já que esta permite fornecer métodos flexíveis de análises do sistema e com isso possibilitar a manipulação de elementos chave nos processos tecnológicos e seus verdadeiros impactos na produtividade (Barcellos *et al.*, 2011). Um modelo é entendido como uma representação simplificada de um conjunto de características ou elementos de um determinado sistema (Chwif & Medina, 2015), sendo assim uma representação intencional (Grimm & Railsback, 2004). Já a modelagem em si, pode ser entendida como qualquer interação dos processos (Grimm *et al.*, 2014), envolvidos no sistema. Em sistemas de produção animal, a técnica de modelagem tem o princípio de reduzir a complexidade da percepção da interação dos fatores que contribuem para a performance dos animais (Baldwin, 1976; Black, 2014; Dijkstra, 2018).



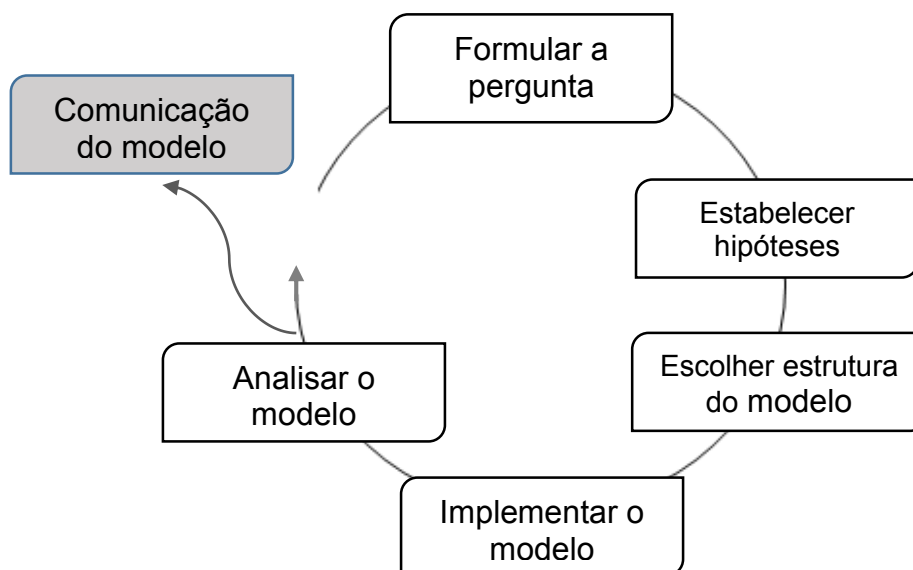
**Figura 5:** Sistema de produção com exemplos de componentes (CMP: A, B, C e D) e sua prioridade (objetivo do sistema). Fonte: Adaptado de Forrester (1968); Chiavenato (2014).

Um modelo de simulação para a pecuária com enfoque em estratégias de suplementação alimentar pode ser entendido como, a representação simplificada de um sistema de produção com determinadas características produtivas, onde são inseridos as suposições do comportamento do respectivo sistema, com base em características dos animais e dos alimentos a serem utilizados. Contudo, esse sistema deve ser simples (menos complexo que o sistema real) e capaz de resolver os problemas dos produtores (Fontoura Júnior *et al.*, 2007; Chwif & Medina, 2015).

Em geral, o uso da modelagem e simulação enfoca-se principalmente no apoio à tomada de decisões (Sargent, 2011; Barcellos *et al.*, 2011), sendo ferramentas úteis, já que pode possibilitar a redução de custos, em comparação com a implementação a campo do sistema (Pang *et al.*, 1999; Fowler & Rose, 2004; Hosseinpour & Hajhosseini, 2009).

No desenvolvimento do modelo de simulação, Chwif & Medina (2015) consideram que se compõem por três grandes etapas, a saber: (1) a concepção do modelo; (2) implementação do modelo e (3) a análise dos resultados do modelo. Contudo, essa divisão não está distante ao ciclo de modelagem proposto por Grimm & Railsback (2004), que consideram que o ciclo começa da formulação da pergunta e termina na comunicação do modelo, principalmente em relação aos resultados da pergunta (Figura 6). Após a resposta da pergunta de estudo, por se tratar de modelagem científica, os resultados devem ser comunicados para os potenciais beneficiários.





**Figura 6:** Ciclo da modelagem. Fonte: Adaptado de Grimm & Railsback (2004).

Gouttenoire; Cournut; Ingrand (2011) evidenciaram a importância do uso da modelagem e simulação em sistemas de produção animal a partir de 79 trabalhos. Esses autores salientam que o redesenho dos modelos conceituais deveria envolver uma abordagem participativa junto aos pecuaristas, como opção de tornar relevante as soluções dos sistemas propostos ou analisados.

Assim sendo, a aplicação da simulação em sistemas de produção animal é uma alternativa viável, uma vez que, permite experimentar um determinado ensaio em sistemas computacionais, possibilitando compreender vários aspectos de interesse ou até mesmo do sistema como um todo.

Por exemplo, Romera *et al.* (2004) em pesquisa usada a ferramenta de simulação concluíram que, os resultados do modelo foram razoáveis, porque indicaram vantagens de usar o feno na redução da variabilidade da produtividade do sistema, apesar de os diferentes padrões do uso do feno não ter mostrado nenhum impacto no desempenho a longo prazo.

Kamali *et al.* (2016) ao estudar a performance econômica e ambiental de diferentes sistemas de produção de bovinos de corte com uso de diferentes estratégias alimentares, concluíram que, dentre quatro sistemas avaliados, o sistema baseado em alimentação em pastagens naturais e à base de resíduos de culturas agrícolas foi promissor para o aumento do lucro operacional, apesar de ter demonstrado que os animais desse sistema chegariam ao abate com 36 meses, ou

seja, 12 meses mais atrasados que os sistemas de pastagens melhoradas, sistemas de pastagens nativas e terminados em confinamento.

Entretanto, a aplicação da modelagem e simulação para a avaliação das estratégias de alimentação nas condições produtivas de Moçambique é uma opção importante, pois, contribuirá na geração de resultados, que ajudarão na tomada de decisões dos gestores dos sistemas de produção de bovinos de corte.

### **3 HIPÓTESE**

- A suplementação alimentar na recria de bezerros de corte, afeta a produtividade do sistema de produção e o resultado econômico.

### **4 OBJETIVOS**

#### **4.1 GERAL**

- Avaliar o efeito bioeconômico do uso de diferentes estratégias alimentares na recria de bovinos de corte.

#### **4.2 ESPECÍFICOS**

- Demonstrar respostas produtivas de ganho de peso a partir do uso de diferentes ganhos médios diários;
- Estabelecer diferentes estratégias de suplementação alimentar para cada sistema de ganho médio diário;
- Determinar a performance econômica das diferentes estratégias de suplementação alimentar.

## CAPÍTULO II<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Artigo formatado conforme as normas do periódico científico *Livestock Science*.

## AVALIAÇÃO BIOECONÔMICA DE ESTRATÉGIAS ALIMENTARES NA RECRIA DE BOVINOS DE CORTE EM MOÇAMBIQUE

Télis Adolfo Cumbe<sup>a,b</sup>, Júlio Otávio Jardim Barcellos<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Faculdade de Agronomia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS – Porto Alegre, RS, Brasil.

<sup>b</sup> Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Zambeze, Moçambique.

### RESUMO

O uso de estratégias alimentares (EA) para suprir as lacunas da sazonalidade de produção das pastagens nativas durante a época seca, é necessária para maximizar a produtividade dos sistemas de produção animal. A inserção da modelagem e simulação se torna útil, como ferramenta de apoio na tomada de decisões, neste sentido, o objetivo da pesquisa foi avaliar o efeito bioeconômico do uso de diferentes EA na recria de bovinos de corte em Moçambique. Para isso, criou-se um modelo determinístico de simulação, por meio do uso do Software Microsoft Excel®, onde foram considerados entradas do modelo o peso vivo inicial (120 kg), ganho médio diário (GMD), alimentos e custos de produção. As EA foram simuladas para um total de 120 dias, com base em 5 sistemas de GMD, sendo: -0,200 kg (S-200); 0,000 kg (S000); 0,200 kg (S200); 0,400 kg (S400) e 0,600 kg/dia (S600). Cada sistema de GMD positivo simulado continha um total de 3 dietas formuladas, foram realizadas análises da performance econômica de 12 combinações de dietas (EA) e uma validação operacional. Os resultados mostraram que o maior ganho de peso vivo foi de 72 kg, resultando em 192 kg de peso corporal (S600). O S-200 demonstrou ter maiores custos de mão de obra. O farelo de milho, combinado com outros alimentos, constituiu o principal ingrediente nas EA formuladas em todos os sistemas, sugerindo-se ser promissor, dada a sua disponibilidade e ao seu baixo custo. O percentual de custo operacional efetivo (COE) foi acima de 99,15%. Os sistemas S-200, S000 e a EA5 do S200 tiveram os piores resultados com margem líquida (ML) negativa. O aumento do índice de ML foi proporcional com o aumento do GMD. A EA12 (S600) apresentou o melhor índice de ML (0,48) e conseqüentemente a melhor lucratividade (32,37%). Em geral, o modelo de simulação evidencia que, em sistemas de pastagens nativas e comunais de produção, é possível melhorar a produtividade de bovinos de corte em fase de recria durante a época seca, com uso de estratégias alimentares.

**Palavras-chave:** análise econômica, modelo de simulação, nutrição, pastagens comunais, suplementação.

## BIOECONOMIC EVALUATION OF FEEDINGS STRATEGIES IN THE YEARLING BEEF CATTLE SYSTEM AT MOZAMBIQUE

Télis Adolfo Cumbe<sup>a,b</sup>, Júlio Otávio Jardim Barcellos<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Faculdade de Agronomia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS –  
Porto Alegre, RS, Brasil.

<sup>b</sup> Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Zambeze, Moçambique.

### ABSTRACT

The use of feed strategies (FS) to fill the gaps in the seasonality of native pasture production during the dry season, is necessary to maximize the productivity of animal production systems. The introduction of modeling and simulation becomes useful as a support tool in decision-making, in this sense, the aim of this study was to evaluate the bioeconomic effect of the use of different FS on yearling beef cattle in Mozambique. For this, a deterministic model of simulation was created, using Microsoft Excel® Software, where the data entries for the model included initial live weight (120 kg), average daily gain (ADG), feeds and production costs. The FS were simulated for a total of 120 days, based on 5 ADG systems, being: -0.200 kg (S-200); 0.000 kg (S000); 0.200 kg (S200); 0.400 kg (S400) and 0.600 kg/day (S600). Each positive ADG system simulated contained a total of 3 formulated diets, analyzes of the economic performance of 12 combinations of diets (FS) and an operational validation were performed. The results showed that the highest live weight gain (LW) was 72 kg, resulting in 192 kg of body weight (S600). The S-200 has proved to have higher labor costs. Maize bran, combined with other feeds, was the main ingredient in FS formulated in all systems, suggesting to be promising given its availability and low cost. The percentage of effective operating cost (EOC) was above 99.15%. The systems S-200, S000 and FS5 of S200 had the worst results with negative net margin (NM). The increase in NM index was proportional to the increase in ADG. The FS12 (S600) presented the best NM index (0.48) and consequently better profitability (32.37%). In general, the simulation model shows that, in native and communal pasture production systems, it is possible to improve the productivity of beef cattle during the dry season, using feeds strategies.

**Keywords:** communal pastures, economic analysis, nutrition, simulation model, supplementation.

## 1 INTRODUÇÃO

Em Moçambique, a produção de bovinos é principalmente de corte, com o uso de raças locais, como a Landim, Angone e Bovino de Tete (BESSA *et al.*, 2009). O rebanho foi estimado em 1,2 milhões de cabeças, sendo que 90% encontram-se no setor familiar, com médias de 6,21 bovinos por criador, em uma variação média de 4 a 36 bovinos (INE, 2011). Apesar de serem sistemas com baixo número de bovinos por criador, desempenham papéis importantes no fornecimento de carne para o país.

O sistema de produção é baseado em pastagens nativas utilizadas na forma comunal (animais de vários criadores utilizam a mesma área de pastagem) como a base para a sua alimentação ao longo do ano (Timberlake & Reddy, 1986; Carvalheira *et al.*, 1995). As espécies de pastagens são variadas, mas encontram-se espécies de *Hyparrhenia* spp., *Panicum maximum*, *Eragrostis superba*, *Echinochloa* spp., *Urochloa mozambicensis*, *Cynodon* spp., (Nhantumbo, 1985; Maciel *et al.*, 2013). Nesse contexto, dada as características das pastagens tropicais, durante a época chuvosa os pastos são mais disponíveis (Uaila, 1999) e, conseguem manter níveis apreciáveis de produtividade nos animais.

A dependência dos bovinos por pastagens nativas durante todo o ano, faz com que, durante os períodos de seca, os animais fiquem com os seus desempenhos produtivos influenciados principalmente pela deficiência quantitativa e qualitativa dos pastos que podem ser encontrados nas áreas de pastagens. Este fato, predispõem a perda de  $\pm 20\%$  do peso vivo dos bovinos mantidos exclusivamente nessas condições dos pastos nativos (Dionísio, 1985). Essa perda, também pode estar associada a maior distância (17,3 km na época seca) que os animais teriam que caminhar a procura de áreas de pastagens de boa qualidade em comparação com a época chuvosa (8,0 km) (Rocha; Starkey; Dionísio, 1991).

Essa situação torna claro que buscar alternativas de intervenção, como a suplementação alimentar do sistema de produção, na época seca, é uma questão importante. No entanto, devido aos altos custos de rações comerciais, os gestores, se vêm obrigados a buscar opções locais de suplementação e encorajados a usar árvores multifuncionais como suplementos (Franzel *et al.*, 2014). Além disso, a buscar outras opções de alimentação que podem ser confeccionadas com o uso de recursos locais disponíveis (Gusha *et al.*, 2015).

Em resposta a isso, o uso de suplementos locais e alternativos como a forragem de *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, para suprir as lacunas nessa época já foram amplamente demonstrados (Abdulrazak *et al.*, 1997; Quigley *et al.*, 2009; Ojo *et al.*, 2014; Gusha *et al.*, 2015 Gusha *et al.*, 2017). Também, Smith (1988) demonstrou em sua revisão bibliográfica, várias pesquisas com o uso de diferentes suplementos alimentares alternativos na produção animal e os benefícios dos mesmos sobre os sistemas de produção.

Por exemplo, bovinos suplementados com fontes locais e alternativos durante a época seca em base de pastagens nativas, demonstraram potencial de atingir ganhos médios diários de 0,400 kg (Pimentel *et al.*, 2011) nas condições produtivas do distrito de Angónia, Moçambique.

Em consequência de uma variabilidade de dados referentes ao impacto produtivo gerado por essas opções de suplementação, a incorporação de aspectos econômicos é essencial, como opção de rentabilizar os sistemas, pela visualização do impacto obtido pelos respectivos suplementos alimentares testados. Chakoma *et al.*, (2016a) concluíram que a suplementação durante a época seca com *Mucuna pruriens*, possibilitou a obtenção de margem bruta alta, devido a baixo custo de fontes de proteínas dessa estratégia alimentar.

Tinga *et al.* (2014) demonstraram que a suplementação com blocos de ureia-melaço produzidos localmente ofereciam melhor retorno econômico (24 a 35% mais rentáveis que os blocos comerciais) e os tratamentos com animais não suplementados foram 82 a 87% menos rentáveis, devido ao baixo custo dos alimentos produzidos localmente. Além disso, opções de forragens de árvores perenes com pastagens (*Leucaena leucocephala* + pastagens tropicais de espécie C<sub>4</sub>) demonstraram ser mais rentáveis em relação às culturas anuais, como ganho de peso total de 198 ± 32 kg/ha/ano (Bowen *et al.*, 2016).

Em geral, nos diversos sistemas de produção, os suplementos alimentares locais utilizados, têm sido considerados como de baixos custos.

A consideração de que os suplementos alimentares locais e alternativos são baratos e eficientes, dependerá do quanto estes podem gerar como benefícios econômicos do sistema específico em uma determinada região, uma vez que isso pode variar em dependência dos custos associados as características do sistema em referência.

Porém, a agregação da modelagem e simulação é útil, visto que é uma técnica que permite visualizar vários cenários do sistema de produção na totalidade, através da interligação de um conjunto de subsistemas que buscam um objetivo comum, e deste modo ajudar na tomada de decisão para a intervenção no sistema (Leonvelarde & Quiroz, 1999; Cunha *et al.*, 2010; Barcellos *et al.*, 2011). Além de que essa ferramenta, possibilita a experimentação com a maximização dos recursos financeiros, se comparado como experimentação a campo.

Esta pesquisa tem o propósito de avaliar o impacto bioeconômico do uso de estratégias alimentares na recria de bovinos de corte, durante a época seca, com base em diferentes ganhos médios diários fixos e uso de suplementos alimentares locais, através de modelagem e simulação determinística.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

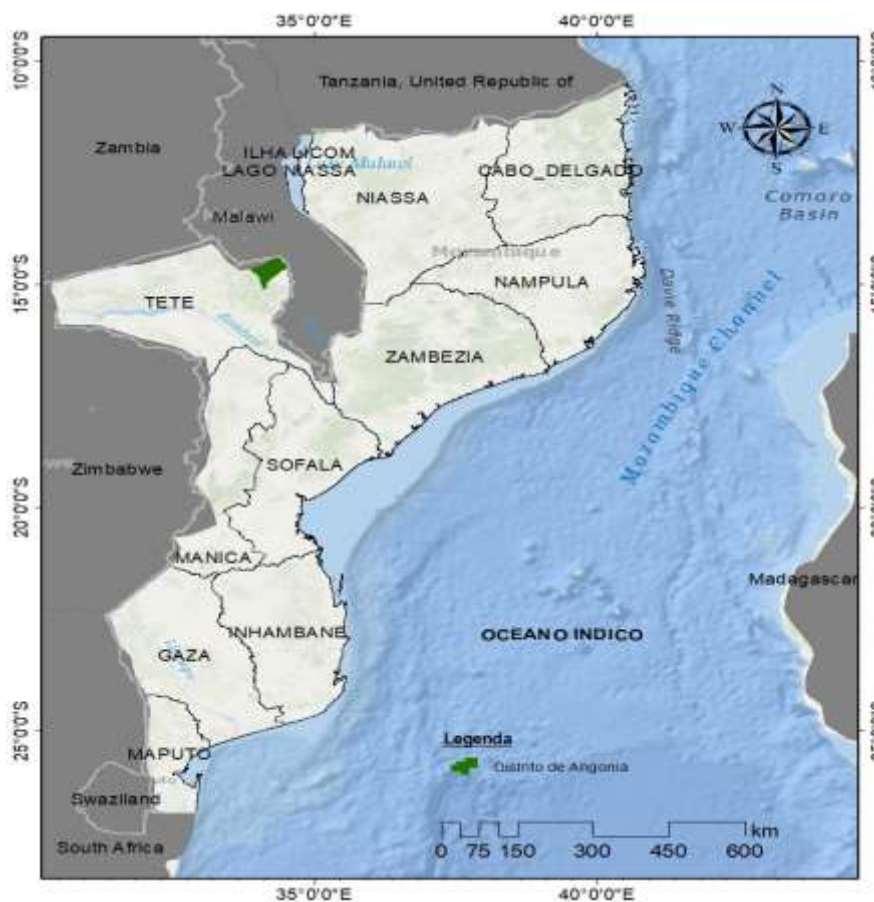
### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado a partir dos sistemas de produção de Moçambique (distrito de Angónia) (Figura 7) que possui uma superfície de 3272 km<sup>2</sup>. O distrito localiza-se no extremo Norte-Nordeste da Província de Tete, limitado a Norte, Nordeste e Leste pelo território do vizinho Malawi, a Sul pelo distrito de Tsangano, e a Noroeste pelo distrito de Macanga. O clima predominante é do tipo tropical úmido, com temperatura média anual entre os 18°C a 22°C e umidade relativa de 70%, com uma precipitação média anual entre 1100 a 1200 mm (MOÇAMBIQUE, 2014).

Os solos do distrito são do tipo ferralítico, vermelhos a castanho-avermelhados, de textura pesada, profundos e moderadamente bem drenados, ligeira a fortemente lixiviados, contudo, apresentam boas capacidades de retenção de água e produtividade agrícola (MOÇAMBIQUE, 2014). A agricultura é a principal atividade local, praticada principalmente de forma manual, em pequenas explorações por quase todos os agregados familiares. As principais culturas alimentares são o milho e o feijão vulgar (*Phaseolus vulgaris*). O distrito tem a tradição de criação de bovinos de corte, cujo rebanho foi estimado em 21 mil cabeças em 2012 (MOÇAMBIQUE, 2014).

A alta taxa de precipitação justifica a predominância de pastagens denominadas de acres (*Hyparrhenia spp.*, *Hyparrhenia dissoluta*, *Andropogon spp.*, e *Heteropogon contortus*) (Timberlake & Jordão, 1985).





**Figura 7:** Mapa de Moçambique (localização do distrito de Angónia). Fonte: Adaptado de CENACARTA (2019).

## 2.2 DESCRIÇÃO DO MODELO SIMULADO

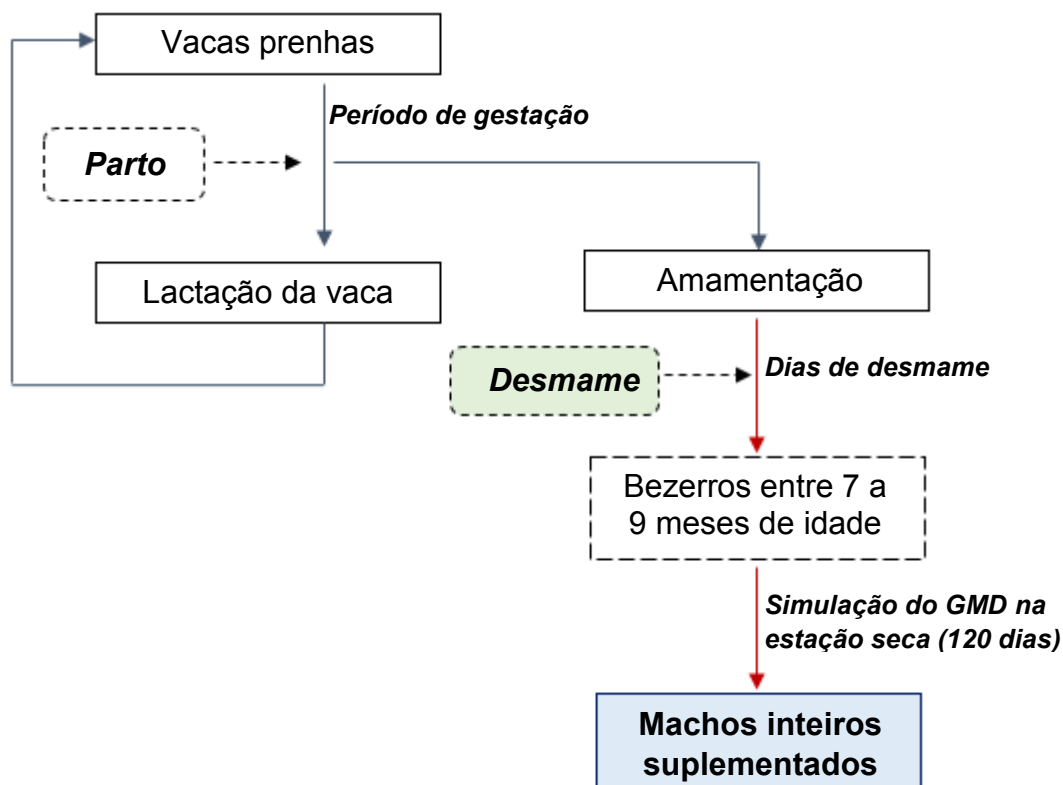
O modelo foi elaborado utilizando o Software Microsoft Excel® 2016 de modo a construir relações determinísticas entre os componentes de entrada e os de saída do sistema, com o propósito de ilustrar a intervenção em uma parte do sistema de produção de bovinos de corte em pastagens nativas em áreas comunais. Esta intervenção foi representada pelo ganho de peso na fase pós-desmama.

Na elaboração do modelo, considerou-se que os bezerros eram machos inteiros, não receberam nenhum tipo de suplemento pré-desmame e também provenientes de vacas multíparas, produzidos em sistemas cujos acasalamentos ocorrem entre os meses de janeiro a março e os partos ocorrem entre os meses de outubro a dezembro (Figura 9) (Uaila, 1999). Assim, para o ajuste das dietas totais para cada estratégia alimentar simulada, foram utilizados os elementos da equação 1, onde: (i)  $PV_f$ : peso vivo final; (ii)  $PV_i$ : peso vivo inicial; (iii) GMD: ganho médio diário; (iv)  $n^o$ : número de dias de simulação (DS), 120 dias.

$$PV_f = PV_i + (GMD \times DS)$$

Eq. (1)

Os elementos biológicos que sustentam o modelo simulado são demonstrados no diagrama (Figura 8).



**Figura 8:** Diagrama dos pressupostos dos sistemas de ganho médio diário (GMD) simulados. GP: ganho de peso. Fonte: Adaptado de Gradiz *et al.* (2007).

O modelo é composto por três componentes, sendo eles: (1) estrutura do rebanho, os bezerros desmamados; (2) alimentar e (3) econômico. Todos estes submodelos foram tomados com base no modelo principal (Equação 1).

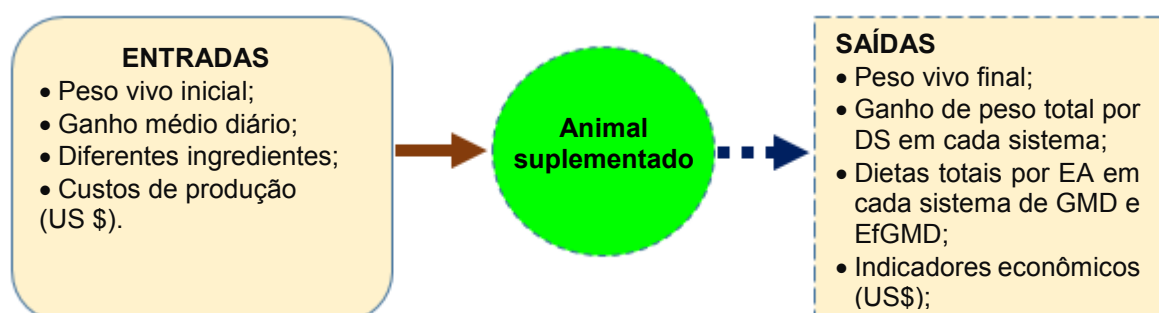
		Meses do ano											
		Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Ano X	Acasalamentos	Acasalamentos											
	Período de gestação	Período de gestação									Partos		
Ano Y	D							D					
	SUPLEMENTAÇÃO							SUPLEMENTAÇÃO					

**Figura 9:** Pressupostos do manejo considerado para os sistemas de GMD simulados na recria de bovinos de corte da raça Angone. (D): desmame.

O desmame é realizado dos 7 aos 9 meses de idade (Figura 9), no mês de julho, no período seco, caracterizado por escassez quantitativa e qualitativa das pastagens nativas. Portanto, nesse período foi realizada a intervenção no sistema, utilizando estratégias de suplementação alimentar. Os ganhos de peso foram arbitrados como fixos para cada sistema de alimentação no período de julho a outubro.

O efeito bioeconômico das estratégias alimentares foi simulado considerando 50 bezerros em cada sistema, com peso inicial de 120 kg. Este peso foi tomado como base nos estudos de Nhantumbo, (1985) e Carvalheira *et al.* (1995), de acordo com a idade representada na Figura 9. Foi considerado um período de 120 dias para representar a época seca, indicando que os bezerros recriados permanecem no sistema de produção até aos 330 a 390 dias, e comercializados após essa fase.

Como entradas do modelo foram considerados: peso vivo inicial, ganho médio diário, diferentes tipos de alimentos e custos de produção. Para a saída do modelo foram considerados: peso vivo final, ganho de peso total, quantidades de suplemento consumido e indicadores econômicos (Figura 10) descritos no item 3.5.



**Figura 10:** Entradas e saídas do modelo simulado. DS: dias de simulação. EA: estratégia alimentar. EfGMD: eficiência de ganho médio diário.

### 2.3 SISTEMAS PRODUTIVOS CONSIDERADOS NA SIMULAÇÃO

Esta simulação foi realizada aplicando cinco sistemas baseados em ganhos médios diários (GMD) arbitrados, para maximizar o desempenho pós-desmama no período seco do ano, a saber, (1) simulação do sistema com perda em GMD de 0,200 kg/dia (S-200); (2) simulação de sistema que mantém o peso vivo, GMD de 0,000 kg/dia (S000); (3) simulação de sistema com GMD de 0,200 kg/dia (S200); (4) simulação de sistema com GMD de 0,400 kg/dia (S400) e (5) simulação de sistema com GMD de 0,600 kg/dia (S600).

Os sistemas foram definidos com base nas condições de sistemas de produções similares aos da presente pesquisa e também com base em informações

obtidas de pesquisadores da área de produção animal. O sistema da perda de peso (S-200) foi estabelecido, com base em resultados de pesquisa dos autores (Murungweni; Mabuku; Manyawu, 2004), na qual bovinos suplementados com 1,0% de PV e não suplementados perderam ao final de 30 dias, 20 e 40 kg do seu peso vivo, respectivamente, comparativamente ao ganho de 20 kg suplementado com 2,0% do PV com feno de *M. pruriens* e também com base nas descrições de Dionísio (1985) em relação à perda de 20% de peso em bovinos de corte em Moçambique, durante a época seca.

## 2.4 ALIMENTOS UTILIZADOS NA SIMULAÇÃO

Os ingredientes utilizados em cada sistema de alimentação para ajustar as dietas que conduzissem aos ganhos de peso pré-definidos, foram aqueles considerados como os mais acessíveis na região. Em todos os sistemas, foi incluído como alimento base, a pastagem de *Hyparrhenia rufa*, pois, a região é dominada por essa gramínea (Nhantumbo, 1985).

**Tabela 4:** Composição química (em base de matéria seca) dos ingredientes utilizados para a simulação das estratégias alimentares (EA) de bovinos de corte em fase de recria.

Ingredientes	MS (%)	PB (%)	Ca (%)	P (%)	NDT (%)	Referência
Calcário	100,00	0,00	38,5	0,00	0,00	(Campos, 1980 citado por Sousa, 1985)
<sup>a</sup> <i>Zea mays</i> , farelo	88,70	11,90	0,47	0,34	76,00	(Heuzé et al., 2016a)
<sup>b</sup> <i>Cajanus cajan</i>	31,80	19,00	0,72	0,18	63,19	(Heuzé et al., 2016b)
<sup>b</sup> <i>Gliricidia sepium</i>	25,30	22,30	1,19	0,23	74,37	(Heuzé & Tran, 2015a)
<sup>**</sup> <i>Hyparrhenia rufa</i>	31,10	7,10	0,38	0,17	54,45	(Heuzé et al., 2015a)
<sup>b</sup> <i>Leucaena leuccephala</i>	29,90	23,30	0,107	0,21	74,17	(Heuzé & Tran, 2015)
<sup>b</sup> <i>Manihot esculenta</i>	22,50	24,90	0,119	0,37	62,48	(Heuzé & Tran, 2016)
<sup>c</sup> <i>Zea mays</i>	90,00	8,00	0,04	0,29	82,29	(Heuzé; Tran; Lebas, 2017)
<sup>d</sup> <i>Moringa oleifera</i>	91,20	26,60	2,56	0,33	74,98	(Heuze et al., 2016c)
<sup>b</sup> <i>Mucuna pruriens</i>	24,70	16,00	0,103	0,19	66,75	(Heuzé et al., 2016c)
<sup>c</sup> <i>Mucuna pruriens</i>	90,80	27,70	0,19	0,43	84,71	(Heuzé et al., 2015b)
<sup>b</sup> <i>Sesbania sesban</i>	26,00	24,40	1,59	0,33	81,39	(Heuzé et al., 2015c)
Ureia	90,00	287,00	0,00	0,00	0,00	(INRA; CIRAD; AFZ, 2017)

<sup>a</sup> Refere-se ao farelo de milho (geralmente composto pelo pericarpo, ponta e algumas partículas do amido), um subproduto do grão de milho após o aproveitamento (moagem) do grão seco, que constitui um componente importante na alimentação da população em Moçambique; <sup>b</sup> parte aérea; <sup>c</sup> grãos; <sup>d</sup> feno; <sup>\*\*</sup> gramínea perene (pastagem nativa). MS: matéria seca; PB: proteína bruta; Ca: cálcio; P: fósforo; NDT: nutrientes digestíveis totais.

As dietas totais foram formuladas a partir dos ingredientes da Tabela 4, por meio do Software Supercrac para bovinos de corte (TD SOFTWARE, 2010). As exigências nutricionais dos bovinos foram baseados nos dados do NRC (1996) para cada GMD, assumindo-se a condição corporal de 3 para machos inteiros.

O cálculo de energia (NDT) foi por meio das Equações 2 e 3 para alimentos volumosos e concentrados, respectivamente (Cappelle *et al.*, 2001). Onde, (DMO) é o percentual da digestibilidade da matéria orgânica do alimento.

$$\text{NDT} = [-2,49 + (1,0167 \times \text{DMO}\%)] \quad \text{Eq. (2)}$$

$$\text{NDT} = [5,60 + (0,8646 \times \text{DMO}\%)] \quad \text{Eq. (3)}$$

Após o ajuste nutricional, foram obtidas 12 estratégias alimentares simuladas (4 sistemas de GMD x 3 tipos de estratégias alimentares). A combinação dos ingredientes nos sistemas (Tabela 5) além da base nutricional foi, elaborada com base nos custos dos ingredientes. No entanto, isso indica que cada EA representa os ingredientes que permitiram a formulação da dieta total correspondente a cada sistema de cada GMD (S000, S-200, S400 e S600).

**Tabela 5:** Alimentos utilizados em três estratégias alimentares (EA) simuladas para quatro sistemas de ganho médio diário (S-200, S000, S200, S400 e S600) de bovinos de corte na fase de recria.

Ingredientes	S-200	S000			S200			S400			S600		
	SEA	EA			EA			EA			EA		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Calcário	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	X	
<i>Zea mays, farelo</i>	-	X	X	X	X	-	X	-	-	-	X	-	X
<i>Cajanus cajan</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Gliricidia sepium</i>	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-
<i>Hyparrhenia rufa</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Leucaena leuccephala</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Manihot esculenta</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Zea mays, grãos</i>	-	-	-	-	-	X	-	X	X	X	-	X	-
<i>Moringa oleifera, feno</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Mucuna pruriens</i>	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mucuna pruriens, grãos</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Sesbania sesban</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X
Ureia	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total (INGR por EA)</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>

SEA: sem estratégia alimentar; INGR: ingredientes.

A eficiência de ganho médio diário (EfGMD) foi determinada pela relação entre o GMD e consumo de matéria seca por dia (Equação 4).

$$EfGMD = \frac{GMD}{CMS} \quad \text{Eq. (4)}$$

## 2.5 ANÁLISE ECONÔMICA

### 2.5.1 Custo dos ingredientes de cada estratégia alimentar

**Tabela 6:** Produtividade média anual (kg de MS), custo de implantação e/ou manutenção por ciclo produtivo (CIM) e preço por kg de MS de cada ingrediente utilizado na formulação de dietas para bovinos de corte em fase de recria.

Ingredientes	Produtividade			CIM <sup>T</sup> US\$	C/kg MS US\$	Referência
	(kg MS/ha)	DP (kg)	CV (%)			
Calcário	-	-	-	-	0,323	MRL
<i>Zea mays, farelo<sup>a</sup></i>	-	-	-	-	0,032	-
<i>Cajanus cajan</i>	6468,9	3414,7	52,79	500,00	0,027	(1, 2, 3, 4)
<i>Gliricidia sepium</i>	5258,1	3352,9	63,77	1020,97	0,024	(5, 6, 7, 2, 8, 9 e 10)
<i>Hyparrhenia rufa</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Leucaena leucocephala</i>	9004,7	5680,7	63,09	769,35	0,011	(11, 5, 7, 8 e 2)
<i>Manihot esculenta</i>	5179,7	1560,3	30,12	346,77	0,033	(5, 12, 13 e 14)
<i>Zea mays, grãos</i>	-	-	-	-	0,169	MRL
<i>Moringa oleifera</i>	8899,3	5023,8	56,45	1314,52	0,040	(15, 16, 17, 18, 19 e 20)
<i>Mucuna pruriens</i>	6249,6	3124,5	49,99	395,16	0,063	(21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 10, 28 e 29)
<i>Mucuna pruriens, grãos</i>	1770,5	427,8	24,16	298,39	0,169	(21, 25, 10, 28, 29 e 30)
<i>Sesbania sesban</i>	7185,4	6134,5	85,38	625,00	0,010	(10, 31, 2 e 32)
Ureia	-	-	-	-	0,718	MRL

<sup>T</sup> Para cálculo do custo foram consideradas as diferenças no ciclo produtivo entre as forrageiras perenes e as anuais; C: custo; MRL: mercados locais; D.P: desvio padrão; CV: coeficiente de variação. Foi considerado a relação de US\$ 1 = MT 62,00 data 29.11.2018 (BM, 2018).

1: (Bahar, 1981); 2: (Dzowela *et al.*, 1997); 3: (Rao *et al.*, 2003); 4: (Costa *et al.*, 2013); 5: (Wong & Sharundin, 1986); 6: (Cobbina & Atta-Krah, 1992); 7: (Barreto & Fernandes, 2001); 8: (Barnes, 1995); 9: (Elevitch & Francis, 2006); 10: (Kiwia *et al.*, 2009); 11: (Casanova-Lugo *et al.*, 2014b); 12: (Islami & Howeler, 2016); 13: (FAO, 2013); 14: (Limsila *et al.*, 2012); 15: (Mendieta-Araica *et al.*, 2013); 16: (Sánchez; Spörndly; Ledin, 2006a); 17: (Foidl; Makkar; Becker, 2001) 18: (Ledea-Rodríguez *et al.*, 2018) 19: (González-González; Crespo-López, 2016) 20: (Zheng; Zhang; Wu, 2016); 21: (Asongwed-Awa & Onana, 2002); 22: (Maasdorp & Titterton, 1997); 23: (Eilittä *et al.*, 2003); 24: (Masikati, 2010) 25: (Fujii; Shibuya; Yasuda, 1991) 26: (Odhiambo; Ogola; Madzivhandila, 2010); 27: (CARSKY; OYEWOLE; TIAN, 2001); 28: (Wang *et al.*, 2009); 29: (Sanwal *et al.*, 2016); 30: (Chakoma *et al.*, 2016b); 31: (El-Morsy, 2009) E 32: (Heering, 1995).

A determinação dos custos dos ingredientes para cada estratégia alimentar (EA) foi realizada com base em dois critérios, sendo o primeiro o da consulta dos preços dos ingredientes nos mercados locais, considerando o teor de MS. O Segundo critério, determinação do custo dos ingredientes, começando pelo custo de implantação das forrageiras, onde foram considerados, os custos relacionados com a lavoura, sementeira (incluindo, o número de plântulas adicionais a serem plantadas,

a taxa de germinação, o número de sementes/kg, tendo em conta a área de 1 ha, mão de obra local, adubações a base de estrume curtido de bovinos, com vista a representar a realidade da maioria dos produtores). Também, foi considerado o ciclo e o custo de manutenção por ciclo produtivo das forrageiras e a respectiva produtividade em kg de MS/ha.

A produtividade das forragens foi obtida através da média de estudos realizados a campo com as respectivas culturas (Tabela 6). Contudo, foi pressuposto que as variações da produtividade seriam afetadas principalmente pelas condições climáticas.

Todos os preços utilizados na determinação do custo de produção e dos alimentos foram praticados na região de Angónia entre os meses de junho a setembro de 2018.

O ciclo produtivo das forrageiras arbustivas é longo, no entanto, as produções de MS das mesmas pode variar por diversos fatores, sendo o momento de corte, as variações climáticas de uma determinada região e a idade, entre outros, como demonstrado pela maioria dos autores citados na Tabela 6. Já o estágio fenológico parece ser um dos aspectos mais importantes, pois, flutuações de produtividade de MS /ha/ano, tem sido reportados.

Por exemplo, a *L. leucocephala* pode produzir forragem mesmo acima de 30 anos (Jones & Bunch, 1995; Radrizzani; Shelton; Dalzell, 2007; Kravchuk & Shelton, 2010). No entanto, Radrizzani *et al.* (2016) demonstram uma redução em aproximadamente 46% na produtividade da *L. leucocephala*, entre os 8 a 38 anos de idade.

Contudo, baseando-se nos dados médios da produtividade anual (Tabela 6), em todos os alimentos: *L. leucocephala* (1); *G. sepium* (2); *S. sesban* (3); *M. oleifera* (4) foi considerada produtividade de 10 anos de vida produtiva e 3 anos para *C. cajan*, todos com uma redução de sua produtividade anual em taxa fixa de 5%, como alternativa para não subestimar a produtividade da MS ao longo do seu ciclo produtivo. A produção de feno da *M. oleifera* foi considerada uma relação de 1000 kg de parte aérea fresca para uma produção de 120 kg de feno (Mendieta-Araica *et al.*, 2011).

### 2.5.2 Resultado econômico em cada sistema de ganho médio diário

**Tabela 7:** Custos de mão de obra por sistema de GMD do pastoreio comunal dos animais para quatro sistemas de ganho médio diário (S-200, S000, S200, S400 e S600) de bovinos de corte na fase de recria.

Variáveis	Unidade	S-200	S000			S200			S400			S600		
		GMD: - 0,200 kg/d SEA	GMD: 0,000 kg/d EA1 EA2 EA3			GMD: 0,200 kg/d EA4 EA5 EA6			GMD: 0,400 kg/d EA7 EA8 EA9			GMD: 0,600 kg/d EA10 EA11 EA12		
CSP	(kg/d)	1,997	1,15	1,45	1,46	1,25	1,8	1,435	0,575	0,582	0,626	1,6	0,8	0,85
hTB	(h-min)	(8– 54)	(5–07)	(6–26)	(6–29)	(5–33)	(8–00)	(6–23)	(2–33)	(2–35)	(2–47)	(7–07)	(3–33)	(3–47)
CMOb (h/d)*	US\$	2,474	1,423	1,794	1,806	1,546	2,227	1,775	0,711	0,72	0,774	1,979	0,99	1,052
CMOb (ani/h/d)	US\$	0,049	0,028	0,036	0,036	0,031	0,045	0,036	0,014	0,014	0,015	0,04	0,02	0,021

SEA: sem estratégia alimentar; EA: estratégia alimentar; (\*): esta sendo considerado para um total de 50 animais e também como pagamento de trabalho sazonal; CMOb: custo de mão de obra; h: horas; hTB: horas de trabalho; d: dia; CSP: consumo de matéria seca da pastagem. Foi considerado: US\$ 1 = MT 62,00 data 29.11.2018 (BM, 2018).



A determinação dos custos de mão de obra nos sistemas (S-200, S000, S200, S400 e S600) baseou-se no pressuposto de que, como houve variação no consumo de *H. rufa* entre os sistemas (Tabela 7), o número de horas iria variar de acordo com a quantidade de MS da pastagem que os bezerros pós-desmamados necessitariam consumir por dia.

Nesse sentido, foi assumido que para o consumo máximo de 1,8 kg de MS de *H. rufa* (EA5), fosse necessário um total de 8 h (0,225 kg MS/h/animal/dia), esse pressuposto da relação consumo e horas, foi sustentado com base no estudo de Pimentel *et al.* (2011), pois, no seu tratamento controle (sem suplementação) os animais que ganhavam o peso (92,6 g/dia), têm suas exigências de consumo, estimadas em até aproximadamente 3 kg de MS/dia (NRC, 1996) e os animais neste estudo começavam a pastar nos pastos nativos em áreas comunais pelas 07h30 min até 16h00 min.

Contudo, com um custo de US\$ 2,23 /dia (8 hTB) para cada pastor de gado que leva os animais para área de pastagens diariamente, pode se obter um custo/hora de US\$ 0,278/dia para um total máximo de 50 animais/dia. O custo de 8 hTB, foi determinado de acordo com o salário mínimo (US\$ 66,81/mês) correspondente ao setor de Agricultura, Pecuária, Caça e Silvicultura no ano de 2018 para Moçambique (WageIndicator, 2019).

Com base nos pressupostos anteriores, o custo de mão de obra por dia para cada trabalhador de cada EA e de cada sistema variou de acordo com os dados da Tabela 7.

A matriz de custos utilizada para a determinação dos indicadores econômicos foi baseada nos trabalhos de Lopes *et al.* (2011); Silva *et al.* (2014) e Sartorello; Bastos; Gameiro (2018), contudo, a mesma foi ajustada como forma de representar o sistema simulado, tendo incluído nos custos variáveis: (1) custos de aquisição dos animais; (2) mão de obra do pastor de gado; (3) sanidade, que foi considerada apenas os custos relacionados aos banhos de imersão comunitários e (4) outros custos variáveis, deste modo, representando o custo operacional efetivo (COE). Como custos fixos, foram incluídos os custos provenientes da depreciação dos equipamentos para o corte, carregamento da foragem para os animais e instalações. A depreciação foi determinada pela Equação 5 e a vida útil de 5 anos para equipamento de corte e 2 anos para o de carregamento da foragem, 10 anos para as instalações (currais). O valor residual foi considerado de 0,0%.

$$D = \frac{V_a/V_u \times DS}{365 \text{ dias}} \quad \text{Eq. (5)}$$

Onde: ( $D$ ) – depreciação;  $V_a$ : valor de aquisição do bem;  $DS$ : dias de simulação e  $V_u$ : vida útil. E também foi determinado considerando um número de máximo de 50 animais.

O cálculo dos COE, está demonstrado na equação 6 e incluiu o somatório dos custos de aquisição dos animais, a suplementação em cada EA na qual a mesma foi obtida pela multiplicação do preço por kg total de suplemento ingerido durante os 120 dias em que os sistemas foram simulados, custos de mão de obra (CMOb), manejo sanitário e outros custos variáveis, este último, foi assumido 0,5% de COE, como o custo para todos os custos variáveis em todas as EA.

$$\text{COE} = [(\text{Preço/kg PV} \times 120 \text{ kg}) + (\text{preço/kg de suplemento} \times \text{ingestão diária} \times DS) + (\text{CMOb}/DS)] + \text{Outros custos} \quad \text{Eq. (6)}$$

A receita foi obtida pela multiplicação do peso vivo final de cada sistema pelo preço comercial de bovinos, realizados nas condições do distrito de Angónia (Moçambique) em novembro de 2018 (Equação 7).

$$\text{Receita} = \text{Peso vivo final} \times \text{Preço comercial/kg de PV} \quad \text{Eq. (7)}$$

A margem bruta foi obtida pela diferença entre a receita e o COE de cada EA para cada sistema (Equação 8).

$$\text{Margem bruta (MB)} = \text{Receita} - \text{COE} \quad \text{Eq. (8)}$$

A margem líquida foi obtida pela diferença entre a receita e custo operacional total (COT), onde este último foi obtido pelo somatório do COE e os custos advindos da depreciação ( $D$ ) dos equipamentos adquiridos para a produção (Equação 9).

$$\text{Margem líquida (ML)} = \text{Receita} - \text{COT} \quad \text{Eq. (9)}$$

Além disso, também foram determinados os seguintes indicadores:

- O custo relacionado com a alimentação (CRA) por kg de ganho de peso em dias de simulação, através da relação entre o somatório do custo de alimentação e custo de mão de obra, dividido pelo ganho de peso total (GPT).

$$\frac{\text{CRA}}{\text{GPT}} \quad \text{Eq. (10)}$$

- Relação entre a margem líquida (ML) e custo operacional total (COT) para determinar a ML por cada US\$ 1 aplicado na produção.

$$\frac{ML}{COT} \quad \text{Eq. (11)}$$

- Relação do custo operacional efetivo (COE) com o ganho de peso total (GPT).

$$\frac{COE - \text{custo inicial de 1 animal}}{GPT} \quad \text{Eq. (12)}$$

- Relação do custo operacional total (COT) de produção com o ganho de peso total (GPT).

$$\frac{COT - \text{custo inicial de 1 animal}}{GPT} \quad \text{Eq. (13)}$$

- Relação do custo operacional total (COT) de produção com o peso vivo final (PVF).

$$\frac{COT - \text{custo inicial de 1 animal}}{PVF} \quad \text{Eq. (14)}$$

- O custo de produção por dia, através da relação entre o COE e número de dias de simulação (DS).

$$\frac{COE}{DS} \quad \text{Eq. (15)}$$

- A percentagem de lucratividade pela relação entre a margem líquida (ML) e a receita.

$$\frac{ML}{\text{Receita}} \times 100\% \quad \text{Eq. (16)}$$

O preço assumido para a aquisição e venda dos animais, foi de US\$ 1,21/kg de PV para todos os sistemas, com exceção do preço de venda dos animais do S-200, que foi considerado um preço menor (US\$ 0,81/kg de PV). O preço por US\$ foi determinado com base na relação US\$ 1 = MT 62,00 (BM, 2018). Foi assumido a mão de obra familiar para o fornecimento dos alimentos suplementares, por esta constituir um dos principais recursos dos produtores (Cumbe *et al.*, 2017).

O custo da terra e outros fatores de produção não foram considerados, por não serem importantes sobre o ponto de vista do sistema que está sendo simulado. Por exemplo, (1) no uso da terra, a maioria dos produtores usa áreas de pastagens nativas e comunais, estas pastagens encontram-se em terras tidas como comunitárias, sendo que estas, não têm custos para os produtores e (2) os animais

dos criadores são vacinados anualmente e os custos pagos pelo governo, com assistência técnica dos médicos veterinários deste.

## 2.6 VALIDAÇÃO

Para a validação da simulação da performance bioeconômica das estratégias de suplementação alimentar, foi aplicado a validação operacional com a finalidade de avaliar a precisão do modelo em relação ao alcance dos objetivos da pesquisa (McCarl, 1984; He, 2008; Sargent, 2011).

Nesse sentido, foi operacionalizada a mudança das variáveis de entrada em  $\pm 10\%$  e a saída (resultados) comparada com a literatura (Shane *et al.*, 2017), e a exploração dos dados do mesmo sistema (Sargent, 2011). A comparação baseou-se em tendências esperadas, dadas as características da pesquisa. A diminuição das variáveis de entrada (custos de aquisição dos bezerros por kg de PV e os custos dos ingredientes) resultou em margens (MB e ML) positivas, enquanto o seu aumento resultou em ML negativas no S000 e nas EA4 e EA5, e MB negativas em todas as EA do S000 e EA5, demonstrando-se que o modelo é válido, dado a resposta do esperado.

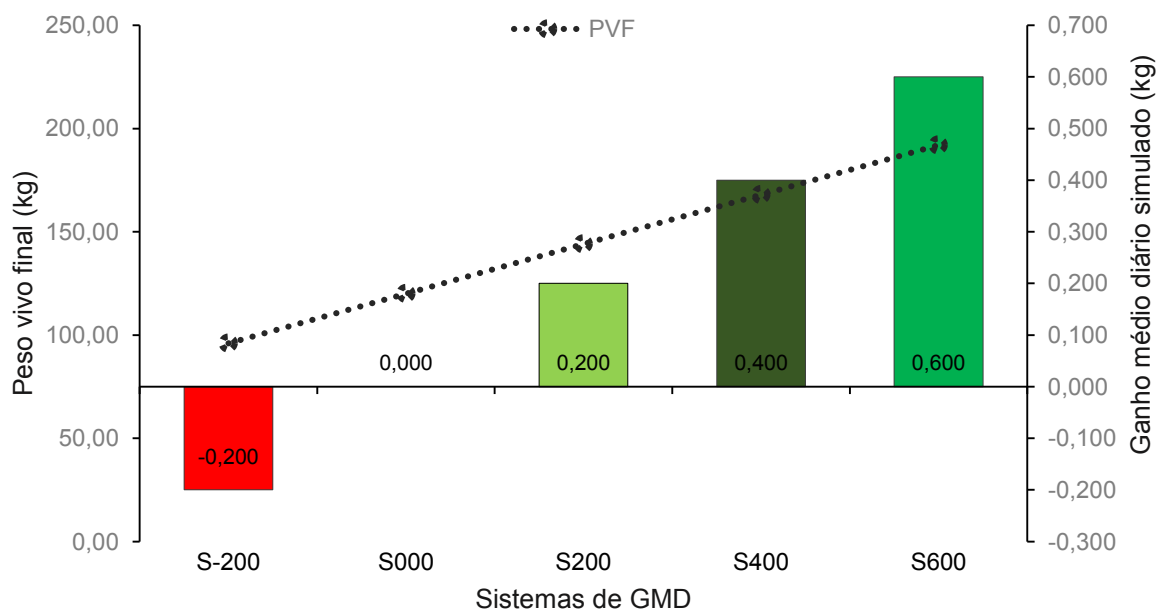
## 3 RESULTADOS

### 3.1 PESO VIVO FINAL EM CADA SISTEMA DE GANHO MÉDIO DIÁRIO

Os resultados demonstram as características do peso vivo final (PVF) (Figura 11), que podem ser alcançados na época seca em sistemas extensivos usando áreas de pastagens comunais, com aplicação do modelo de simulação determinístico a partir de diferentes ganhos médios diários (GMD) fixos. A diferença nos GMD de entrada do modelo contribuiu para a variação do PVF, uma vez que, foi considerado um PV inicial de 120 kg para todos os sistemas em um total de dias iguais de simulação (120 dias).

Dentre os sistemas simulados, o S-200, designado de controle negativo (perda de peso) teve o menor PVF (96 kg). Por enquanto, a partir do GMD positivo, o menor peso foi de 120 kg (S000), caracterizando um sistema em que os animais só conseguem manter o peso, e o maior PVF de todos os sistemas, foi de 192 kg (S600).

Ademais, o ganho de peso total nos sistemas de GMD foi de 24,00 kg (S200), 48,00 kg (S400) e 72,00 kg (S600).



**Figura 11:** Peso vivo final (PVF) nos sistemas de ganho médio diário (GMD) (S-200, S000, S200, S400 e S600) de bovinos de corte na fase de recria durante 120 dias de simulação.

### 3.2 ESTRATÉGIAS ALIMENTARES SIMULADAS

As dietas totais (Tabela 8) representam o consumo médio diário de cada ingrediente necessário para cada animal nos 120 dias de simulação. No entanto, a *H. rufa* representou a pastagem nativa no ajuste do consumo total dos ingredientes incluídos em cada estratégia alimentar (EA), mas a quantidade variou dentro de um mesmo sistema de GMD de cada EA, e em relação aos outros sistemas. Contudo, o menor consumo foi de 0,575 kg de MS/dia (EA7) e maior foi de 1,8 kg MS/dia (EA5).

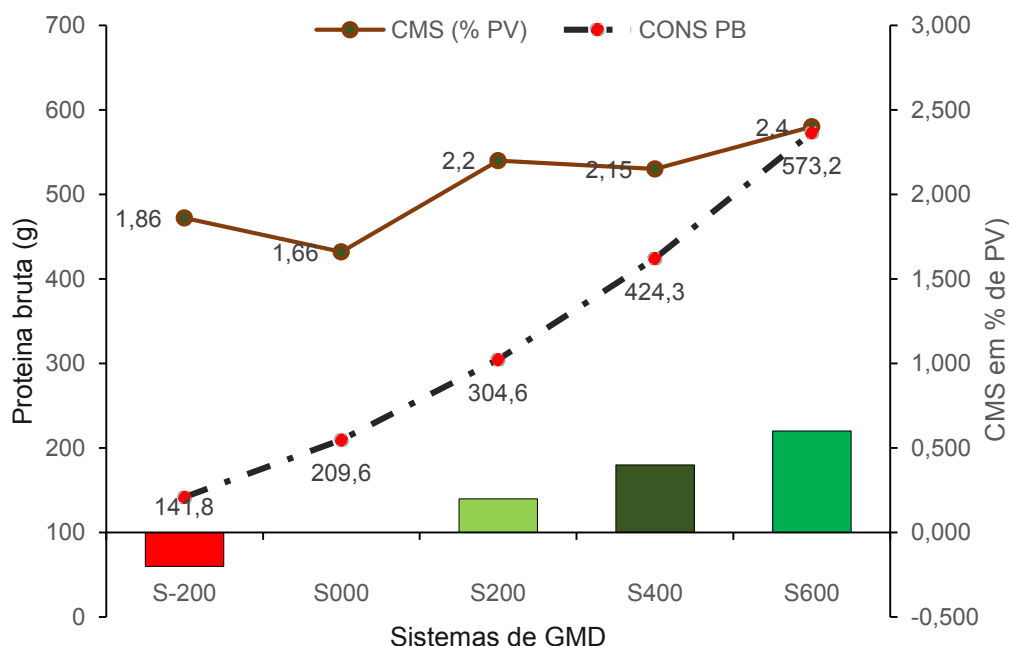
Em geral, o consumo total de MS em kg de PV/dia dos sistemas de GMD variou, principalmente em relação às diferenças de GMD e pouco em relação as EA utilizadas em um mesmo sistema, tendo-se obtido valores mínimos na EA4 (1,997 kg de MS/dia) e máximos na EA10 (3,88 kg de MS/dia), representando em uma diferença de 1,92 kg de MS/dia. Este resultado explica o aumento de consumo em relação ao peso vivo animal.

**Tabela 8:** Diferentes dietas alimentares (estratégias alimentares) para cada sistema de GMD (S-200, S000, S200, S400 e S600) simulados e eficiência de GMD de bovinos de corte na fase de recria.

Ingredientes	S-200	S000			S200			S400			S600		
	GMD: -0,200 kg/d	GMD: 0,000 kg/d			GMD: 0,200 kg/d			GMD: 0,400 kg/d			GMD: 0,600 kg/d		
	CMS (kg/d)	CMS (kg/d)			CMS (kg/d)			CMS (kg/d)			CMS (kg/d)		
	SEA	EA1	EA2	EA3	EA4	EA5	EA6	EA7	EA8	EA9	EA10	EA11	EA12
<i>Cajanus cajan</i>	-	-	-	-	-	-	0,365	-	-	-	-	-	-
<i>Gliricidia sepium</i>	-	-	-	-	-	-	-	1,255	0,973	-	-	-	-
<i>Hyparrhenia rufa</i>	1,997 <sup>y</sup>	1,150	1,450	1,460	1,250	1,800	1,435	0,575	0,582	0,626	1,600	0,800	0,850
<i>Leucaena leucocephala</i>	-	-	0,350	-	-	-	-	-	-	-	-	1,000	-
<i>Manihot esculenta</i>	-	-	-	0,340	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Moringa oleifera</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,225	-	-	-	-
<i>Mucuna pruriens</i>	-	0,650	-	-	0,550	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sesbania sesban</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,174	-	-	1,490
<i>Mucuna pruriens</i> , grãos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,259	0,600	-
Ureia	-	-	-	-	-	0,032	-	-	-	-	-	-	-
<i>Zea mays</i> , grãos	-	-	-	-	-	1,071	-	1,320	1,320	1,232	-	1,230	-
Calcário	-	-	-	-	-	0,003	-	-	-	-	0,027	0,038	-
<i>Zea mays</i> , farelo	-	0,170	0,180	0,240	1,070	-	1,118	-	-	-	1,000	-	1,345
Total (kg MS/DS)	239,64	236,4	237,6	244,8	344,4	348,72	350,16	374,4	374,4	363,84	466,32	440,16	442,2
Eficiência de GMD <sup>B</sup>	-0,100	0,0	0,0	0,0	0,070	0,069	0,069	0,128	0,128	0,132	0,154	0,178	0,163

GMD: ganho médio diário; SEA: sem estratégia alimentar; EA: estratégia alimentar; CMS: consumo de matéria seca; MS: matéria seca; DS: dias de simulação. <sup>y</sup> foi assumido com base no consumo de MS total do S000. <sup>B</sup> foi dado pela relação entre o GMD e total de CMS diário por animal em todas as EA.

Quanto ao percentual de inclusão (mínima-máxima) dos ingredientes suplementares na dieta total de todos os sistemas, o mesmo ficou da seguinte forma: *C. cajan* (12,51%), *G. sepium* (18,05 a 39,26%), *L. leucocephala* (17,68 a 27,26%), *M. esculenta* (16,67%), *M. pruriens* (19,16 a 33%), feno de *M. oleifera* (20,58%), grãos de *M. pruriens* (16,34 a 32,40%), ureia (1,10%), *Z. mays* (33,53 a 42,32%), calcário (0,10 a 1,04%), *S. sesban* (38,72 a 40,43%) e o farelo de *Z. mays* entre 8,63 a 36,5%.



**Figura 12:** Consumo de matéria seca em percentagem do peso vivo (CMS em % PV) e consumo de proteína bruta em gramas (PB em g) nos sistemas (S-200, S000, S200, S400 e S600) de bovinos de corte na fase de recria.

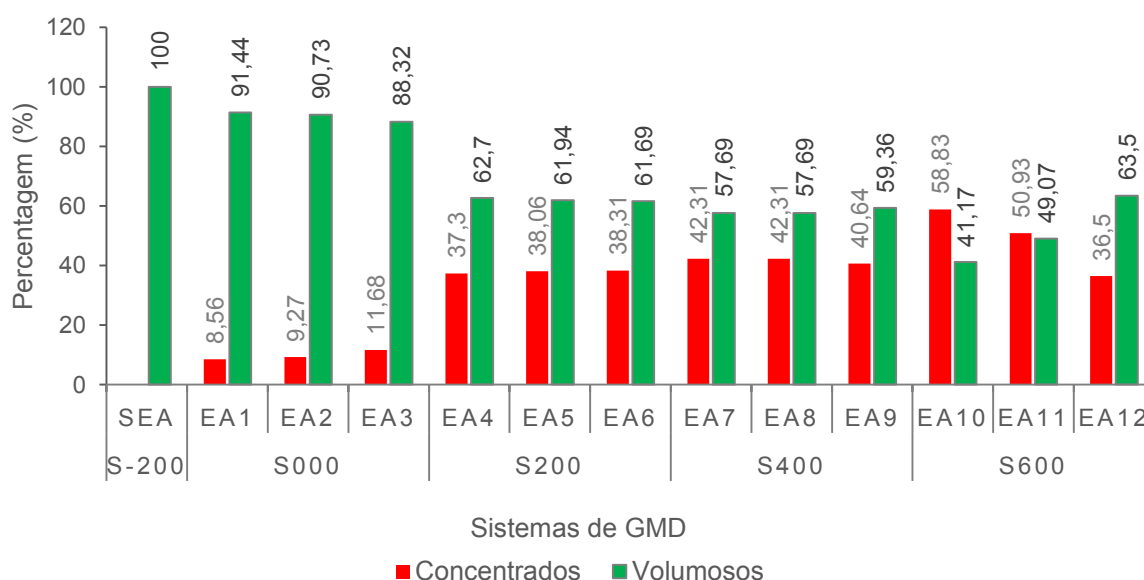
O consumo de matéria seca em percentagem do peso vivo (CMS em % de PV) (Figura 12), foi de 1,86% (S-200); 1,66% (S000); 2,2% (S200); 2,15% (S400) e 2,42% (S600). Contudo, verifica-se que houve uma tendência de aumento não linear devido à queda do consumo do S000 em relação ao S-200 em 0,2% do PV e em 0,05 de PV no S400 em relação ao S200. Além disso, a maior diferença entre CMS em % PV nos sistemas, não superou 1,0%, tendo sido 0,74% de diferença máxima.

Por outro lado, o consumo de PB teve uma tendência linear em relação aos sistemas de GMD (Figura 12), tendo sido de um mínimo de 141,8 g de PB/dia (S-200) e um máximo de 573,2 g de PB/dia (S600).

A relação entre a % de ingredientes concentrados e volumosos (Figura 13), esta baseada nas características das dietas demonstradas anteriormente na Tabela 8, portanto, os ingredientes concentrados tiveram uma tendência crescente,

principalmente até a EA10 (58,83%), com exceção nas EA 11 e 12. A EA11 apesar de ter tido baixa % de concentrados em comparação com a EA10, a mesma continuou a ser alta se comparado com os demais sistemas. Já o fato curioso verifica-se na EA12, onde essa concentração (36,5%) foi baixa em relação a todas as estratégias alimentares dos sistemas S200 e S400. Essa característica (EA12) enfatiza o potencial de alimentos volumosos quanto ao alcance de GMD apreciáveis nos sistemas de produção.

Porém, a proporção de ingredientes concentrados foi mais baixa na EA1 (8,56%). Todavia, a % de inclusão dos volumosos nas dietas foram diminuindo com o aumento do GMD, tendo tido a sua % mínima de inclusão (41,17%) na EA10.



**Figura 13:** Relação entre o % de ingredientes volumosos e concentrados nas estratégias alimentares (EA) dos sistemas de GMD na fase de recria do bovino de corte. SEA: sem estratégia alimentar.

Em geral, o maior CMS em percentual de PV de PB (Figura 12) e a redução da proporção dos alimentos volumosos com o aumento do GMD (Figura 13) ressaltam a necessidade de inclusão de alimentos mais concentrados em nutrientes, como fontes importantes de PB e energia.

### 3.3 PERFORMANCE ECONÔMICA DAS ESTRATÉGIAS ALIMENTARES

#### 3.3.1 Custos relacionados com a alimentação das estratégias alimentares nos sistemas de ganho médio diário



Os custos relacionados com a alimentação (Tabela 9), demonstram que, o custo de alimentação variou em relação aos sistemas simulados (S000, S200, S400 e S600) e também em relação as EA de um mesmo sistema, no entanto, na generalidade, a média por sistema de GMD foi crescente até ao S400, com a exceção do S600, pois, decresceu, este resultado é atribuído ao baixo custo de alimentação por animal da EA12 do mesmo sistema para o GMD simulado.

Os sistemas que apresentaram custos com variações mais altas foram os S200 e S000, seguidos de S600 e por fim o S400, este último foi o mais homogêneo de todos visto que, teve custos de US\$ 31,66 (EA7); US\$ 32,11 (EA8) e US\$ 27,71 (EA9).

O custo mais baixo dos alimentos suplementares foi de US\$ 1,14 (EA2) e o mais alto de US\$ 41,07 (EA11). Contudo, excluindo a característica excepcional da EA12, pode-se afirmar que o sistema (S600) foi o que apresentou maiores custos de alimento, apesar de no mesmo, ter-se observado um custo de US\$ 7,08 (EA12), sendo um custo de alimentação semelhante ao obtido na EA4, pois, este foi de US\$ 8,32.

Quanto aos custos dos alimentos concentrados (CACT/d), evidenciam que a sua média foi linear com o aumento do percentual de concentrados até ao S400. Na maioria dos sistemas, estes custos foram os que constituíram maior custo de alimentação, com algumas exceções na EA1 (11,77%), EA3 (40,48%) do S000. Por conseguinte, considerando o percentual de custos por cada sistema, o maior ou menor percentual de concentrados, não determinou necessariamente o maior custo de alimentos, por exemplo, a EA9, teve um percentual de 94,67% com custo de US\$ 27,61 e no mesmo sistema (S400), a EA7 teve 88,77% com um custo de US\$ 31,66.

O custo de mão de obra (CMOb) por dias de simulação por animal também variou em relação aos sistemas, no entanto, o S-200 apresentou o maior custo (US\$ 5,94) em relação aos demais sistemas. Por outro lado, o CMOb dos sistemas com GMD positivos (S000, S200, S400 e S600), a EA7 teve o menor custo (US\$ 1,71) e o mais alto foi de US\$ 4,75 (EA5). Este comportamento dos custos indica que, quanto maior for o tempo de permanência dos animais nas áreas de pastagens, maior será CMOb e vice-versa.

O custo relacionado com a alimentação (CRA) representa o custo mais importante no manejo do sistema, já que o mesmo inclui o custo advindo do pastor de gado e dos alimentos suplementares. Este custo variou de US\$ 5,45 (EA2) a US\$ 43,45 (EA11).

**Tabela 9:** Custos relacionados com a alimentação por estratégia alimentar por animal nos sistemas (S-200, S000, S200, S400 e S600) de bovinos de corte na fase de recria.

Custos	Uni.	S-200	S000			S200			S400			S600		
		GMD: - 0,200 kg/d	GMD: 0,000 kg/d			GMD: 0,200 kg/d			GMD: 0,400 kg/d			GMD: 0,600 kg/d		
		SEA	EA1	EA2	EA3	EA4	EA5	EA6	EA7	EA8	EA9	EA10	EA11	EA12
CA (kg MS/d)	US\$	0,00	0,05	0,01	0,02	0,07	0,21	0,05	0,26	0,28	0,23	0,25	0,34	0,06
CA (kg MS/DS)	US\$	0,00	5,59	1,14	2,30	8,32	25,67	5,52	31,66	32,11	27,71	30,38	41,07	7,08
CACT <sup>F</sup>	%	0,00	11,77	60,91	40,48	49,81	100,00	78,48	88,77	89,36	94,67	100,00	96,89	73,52
CMOb	US\$	5,94	3,42	4,31	4,34	3,71	5,35	4,26	1,71	1,73	1,86	4,75	2,38	2,52
CRA	US\$	5,94	9,00	5,45	6,63	12,03	31,02	9,78	33,37	33,84	29,57	35,13	43,45	9,61

SEA: sem estratégia alimentar; EA: estratégia alimentar; DS: dias de simulação; GMD: ganho médio diário; CA: custo de alimentação; CMOb: custo de mão de obra; CACT/d: custos de alimento concentrado por dia; CRA: custo relacionado com alimentação (CA + CMOb); <sup>F</sup> CACT\*100/CA de cada sistema; MS: matéria seca. Foi considerado: US\$ 1 = MT 62,00 data 29.11.2018 (BM, 2018).

### 3.3.2 Características econômicas da simulação das estratégias alimentares em cada sistema de ganho médio diário

O impacto econômico das EA nos sistemas simulados (Tabela 10) evidencia as diferenças dos custos gerados nesses sistemas. Os custos relacionados com a alimentação (CRA) por kg de ganho de peso total (GPT) durante os dias de simulação, foi considerado a partir da adição do CMOB do pastor de gado, por ser um item importante nas características do sistema simulado. Todavia, este indicador foi determinado para os sistemas S-200, S200, S400 e S600, já que esses foram os que tiveram ganhos de peso diferente de zero.

Por se tratar de kg de GPT, o maior CRA, resultou no maior custo por kg de GPT e vice-versa. No entanto, nos sistemas de GMD positivos, o menor CRA/kg de GPT foi de US\$ 0,10 (EA12) e o maior de US\$ 1,29 (EA5). Essa relação é importante, pois, dentro de um mesmo sistema de GMD, o menor custo pode indicar uma maior eficiência daquela EA simulada.

O custo operacional total (COT) por kg de GPT em dias de simulação, também teve tendências semelhantes aos CRA/kg de GPT visto que, o menor custo entre os GMD positivos foi de US\$ 0,17 (EA12) e o maior foi de US\$ 1,39 (EA5). Além disso, o custo operacional efetivo (COE) por kg de GPT foi menor na EA9 (US\$ 0,22) e melhor para este sistema. Por enquanto, os COT/kg de PVF foram reduzidos de forma linear com o aumento do PVF para todos os sistemas, pois, o maior custo foi de US\$ 1,60 (S-200) e com uma média mais baixa de US\$ 0,82 (S600), indicando-se melhor com o incremento do PVF ou do GMD.

O COT variou em função aos CA, CMOB e depreciação (D), e não em relação ao custo de aquisição de animais, uma vez que foi assumido que os animais tinham um peso inicial igual para todos os sistemas, logo o mesmo preço de compra (US\$ 145,16/animal). Nesse sentido, a EA2 foi a que apresentou o menor custo (US\$ 152,91) e o maior custo foi encontrado na EA11 (US\$ 191,09). A média desses COT para todos os sistemas, foi aumentando com o aumento de GMD, com a exceção do S600 com uma média de US\$ 176,96, por enquanto os outros sistemas tiveram custos médios de US\$ 154,49; US\$ 165,11 e US\$ 180,22 para os S000, S200 e S400, respectivamente. Os COE foram os que constituíram o maior percentual, pois, os mesmos variaram de 99,17% (EA6) e com valores máximos de 99,32% (EA11).

O preço por kg de venda do PV foi o mesmo em todos os sistemas (US\$ 1,21/kg de PV), com a exceção do S-200 (US\$ 0,81/kg PV), em razão da perda de peso. Esses pressupostos, fizeram com que a receita variasse em função do GPT em cada sistema, portanto, com o incremento de acordo com os maiores kg de GPT, tendo sido de US\$ 77,42 (S-200), US\$ 145,16 (S000), US\$ 174,19 (S200), US\$ 203,23 (S400) e US\$ 232,26 (S600) por animal.

A relação entre receita e o COT, quanto mais distante de 1 for o seu resultado, o sistema em análise foi menos rentável (MB e ML negativos), como demonstrado nos sistemas (S-200 e S000) e na EA5.

A margem bruta (MB) dos sistemas evidenciou o quão negativo é o sistema de produção da perda de PV (MB de US\$ -74,68/animal no S-200). O sistema de manutenção de PV (S000) teve MB negativas em todas as EA, tendo sido de US\$ -10,02 (EA1); US\$ -6,4 (EA2) e US\$ -7,63 (EA3). Além disso, a EA5 teve uma MB negativa (US\$ -3,11), ainda que não tão negativa, se comparada com os sistemas (S-200 e S000), isso não deixa de enfatizar a importância na escolha de EA mais adequadas, com destaque para o âmbito econômico.

Os sistemas que tiveram MB positiva foram os S400 e S600 e as EA 4 e 6. Portanto, nesses sistemas, a menor MB foi a de US\$ 15,98 (EA4) e a maior e melhor foi de US\$ 76,47 (EA12). A MB dentro dos sistemas foi mais homogênea no S400, seguidos de S600 e por fim o S200. As tendências da MB se assemelham com o comportamento da margem líquida (ML) já que no seu cálculo, foram adicionados apenas os custos relacionados com a depreciação dos equipamentos que foram utilizados nos diferentes sistemas.

Os resultados da relação ML/COT demonstram que o produtor pode escolher a melhor EA dentro de cada sistema simulado. Por exemplo, no S600 a melhor relação foi 0,48 (EA12), significando um benefício de 48% por US\$ 1 de custo investido e também para o S200, a melhor seria a EA6 com 11% comparativamente a 9% da EA4 e -2% da EA5. Por conseguinte, a EA12 foi a que como esperado, dado aos indicadores da MB e a ML apresentou a melhor lucratividade (32,27%).

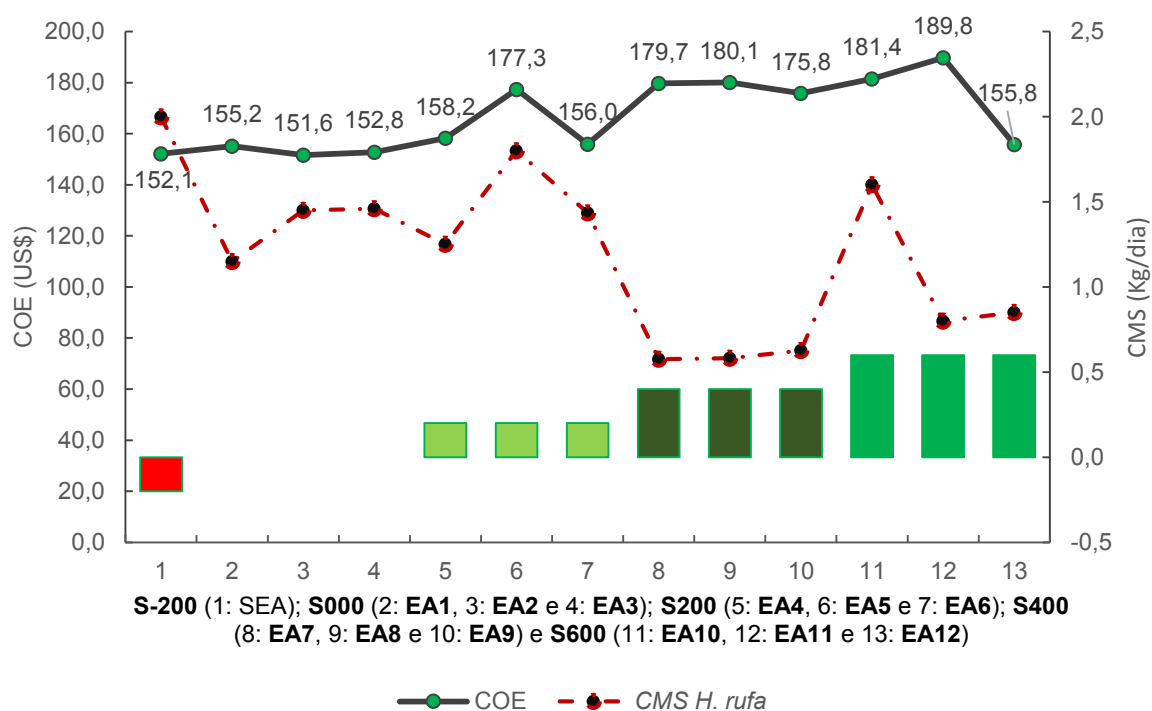
**Tabela 10:** Características econômicas das estratégias alimentares por animal nos sistemas (S-200, S000, S200, S400 e S600) de bovinos de corte na fase de recria.

Variáveis	Unidade	S-200	S000			S200			S400			S600		
		GMD: -0,200 kg/d	GMD: 0,000 kg/d			GMD: 0,200 kg/d			GMD: 0,400 kg/d			GMD: 0,600 kg/d		
		SEA	EA1	EA2	EA3	EA4	EA5	EA6	EA7	EA8	EA9	EA10	EA11	EA12
GPT/DS	kg	-24,00		0,00		24,00			48,00			72,00		
CRA/kg GPT	US\$	-0,25	-	-	-	0,50	1,29	0,41	0,70	0,71	0,62	0,43	0,58	0,10
COE/kg GPT <sup>A</sup>	US\$	-0,29	-	-	-	0,42	0,269	0,32	0,272	0,67	0,22	0,48	0,49	0,43
COT/kg GPT <sup>A</sup>	US\$	-0,33	-	-	-	0,60	1,39	0,50	0,72	0,73	0,64	0,52	0,64	0,17
COT/kg PVF	US\$	1,60	1,30	1,27	1,28	1,11	1,24	1,09	1,077	1,080	1,05	0,95	1,00	0,82
COE	US\$	152,10	155,18	151,61	152,79	158,22	177,30	155,95	179,66	180,14	175,84	181,43	189,79	155,78
COE	%	99,31	99,18	99,15	99,16	99,19	99,29	99,17	99,28	99,28	99,27	99,30	99,32	99,17
COT	US\$	153,16	156,47	152,91	154,09	159,50	178,58	157,25	180,96	181,14	177,14	182,71	191,09	157,08
COT	%	0,69	0,82	0,85	0,84	0,81	0,71	0,83	0,72	0,72	0,73	0,70	0,68	0,83
Receita	US\$	77,42		145,16		174,19			203,23			232,26		
Receita/COT		0,51	0,93	0,95	0,94	1,09	0,98	1,11	1,123	1,120	1,15	1,27	1,22	1,48
MB	US\$	-74,68	-10,02	-6,45	-7,63	15,98	-3,11	18,24	23,56	23,09	27,38	50,82	42,47	76,47
ML	US\$	-75,74	-11,30	-7,74	-8,93	14,69	-4,38	16,94	22,26	21,79	26,08	49,55	41,16	75,18
COE/DS	US\$/d	1,27	1,29	1,26	1,27	1,32	1,48	1,30	1,497	1,501	1,47	1,51	1,58	1,30
ML/COT		-0,49	-0,07	-0,05	-0,06	0,09	-0,02	0,11	0,123	0,120	0,15	0,27	0,22	0,48
Lucratividade	%	-97,83	-7,79	-5,34	-6,15	8,43	-2,52	9,72	10,95	10,17	12,83	21,33	17,72	32,37

SEA: sem estratégia alimentar; EA: estratégia alimentar; GPT: ganho de peso total; <sup>A</sup> no seu cálculo não foi incluído o custo de aquisição dos animais; COE: custo operacional efetivo; COT: custo operacional total; MB: margem bruta; ML: Margem líquida; DS: dias de simulação; GMD: ganho médio diário; o valor da receita foi com base no preço de MT 75,00/kg de PV em cada estratégia com exceção da SEA. Foi considerado: US\$ 1 = MT 62,00 data 29.11.2018 (BM, 2018).

A fim de evidenciar a relação entre o consumo de matéria seca da *H. rufa* e COE (Figura 15), principalmente para as EA em um mesmo sistema de GMD. É de esperar que para um mesmo sistema, o maior consumo de pastagem nas três EA de cada sistema (S000, S200, S400 e S600), estivesse relacionado com o baixo COE. No entanto, em todos os sistemas, o aumento do consumo da *H. rufa* (em cada EA de igual sistema) não foi proporcional com o maior COE para as EA do mesmo sistema, isto é, a EA com o maior consumo de *H. rufa*, não foi necessariamente a que obteve o menor custo e vice-versa.

Portanto, a *H. rufa* apesar de ser obtida em pastos naturais, não contribuiu em grande medida para o baixo COE, e o sistema que apresentou COE mais desproporcional foi o sistema (S200), em que na EA5, o CMS foi de 1,8 kg de MS e custo de US\$ 177,30; tendo tido CMS e custo mais alto, quando comparado com as EA4 (US\$ 158,22 com CMS de 1,250 kg) e EA6 (US\$ 155,95 com CMS de 1,435 kg).



**Figura 14:** Relação entre o consumo de matéria seca da *Hyparrhenia rufa* (CMS *H. rufa*) com o custo operacional efetivo (COE) nos sistemas (S-200, S000, S200, S400 e S600) de bovinos de corte na fase de recria. EA: estratégia alimentar. SEA: sem estratégia alimentar.

## 4 DISCUSSÃO

### 4.1 PESO VIVO FINAL EM CADA SISTEMA DE GANHO MÉDIO DIÁRIO

O peso vivo alvo numa determinada idade ou etapa do sistema é uma variável de produção que pode ser utilizada para avaliar parâmetros de qualquer sistema de produção pecuária (Lesosky *et al.*, 2013). Análises do peso inicial e do GMD antes da suplementação são tidos como abordagens necessárias visto que, impõem metas específicas ao produtor, como o quanto de peso vivo final (PVF) necessário para atender uma demanda específica (POPPI *et al.*, 2018). A perda de 20% de peso do S-200 (Figura 11) reforça a necessidade de redesenhar intervenções nesse sistema, pois, é insustentável no tempo.

A perda (S-200) e a manutenção do peso (S000), com destaque para o componente alimentar, podem ser consideradas características em condições onde o produtor não dispõe de pastos suficientes e de alguns alimentos que possam suprir a demanda de nutrientes nos animais, como também demonstrados nas pesquisas dos autores (Meyreles; Macleod; Preston, 1977a; Murungweni; Mabuku; Manyawu, 2004; Quigley *et al.*, 2009), são sistemas que podem levar a baixa produtividade e até a perda de animais em casos mais severos.

O sistema de produção de manutenção do PV (S000), talvez seja um dos mais comuns nos sistemas de produção animal dos produtores de regiões tropicais durante a época seca. Essa tendência de manutenção do peso é evidente como demonstrado nos resultados de Tinga & Chimbambala (2016) nas condições da região Sul de Moçambique com GMD de 5 g/dia, Quigley *et al.* (2009) que encontram GMD de 0,00; 5 e 10 g/dia do bezerro Bali na Indonésia e ainda os 5 g/dia de bezerros Nelores mantidos em pastagens tropicais na época seca, sem suplementação (Franco *et al.*, 2018).

Por outro lado, a obtenção do indicador de aumento de peso nesses sistemas é importante dado que, o maior peso é indicativo de sistema em que o produtor teria oportunidades de obter ganhos econômicos pela atividade, apesar de que o mesmo deve implementar algum tipo de manejo, de forma prioritária o alimentar para garantir o alcance do PVF desejado. Esta necessidade é reforçada por diversas pesquisas (González *et al.*, 2003; Quigley *et al.*, 2009; Radrizzani & Nasca, 2014; Chakoma *et al.*, 2016a).

O ganho de peso total máximo de 72 kg (S600) alcançado para as características do sistema de produção de que é objeto a presente pesquisa, demonstraria um avanço produtivo, em virtude de que são sistemas que utilizam raças locais, os quais são animais de baixo potencial produtivo e caracterizados por pesos de até 475 kg nos machos em idade adulta nas condições da Estação Zootécnica de Angónia (Otto *et al.*, 2000). Além disto, o ganho de peso nessas condições pode possibilitar que o produtor intensifique o seu sistema e obtenha mais benefícios através da comercialização dos seus animais, com um valor agregado, pois, em questões práticas, a oferta de animais em condições pós-seca, é escassa.

Em geral, o modelo de simulação demonstrou que é importante estabelecer metas específicas ao produtor para a melhoria da produção de bovinos de corte.

#### 4.2 ESTRATÉGIAS ALIMENTARES SIMULADAS

A utilização de EA é uma opção para garantir a obtenção de ganhos de peso desejados, pelo alcance das exigências nutricionais dos animais, quando a pastagem disponível não consegue supri-las. O ganho de peso das pastagens tropicais é geralmente baixo em relação às pastagens temperadas, indicando-se a necessidade de suplementar os animais (Poppi *et al.*, 2018). A inclusão de outros alimentos mais ricos em nutrientes potencializam a produção em pastos a base de *H. rufa* durante a estação seca (Nouel & Combellas, 1999).

Evidências do S-200 (perda de PV) e S000 (manutenção do PV) (Tabela 8) demonstram que, a *H. rufa* não consegue suprir a demanda de nutrientes em sistemas de pastagens nativas em áreas comunais. Contudo, em relação ao S000, resultados diferentes foram os obtidos com bezerros Bali consumindo apenas pastagem nativa com um GMD de 0,025 kg/dia (Quigley *et al.*, 2009). Por conseguinte, os resultados ainda se diferem aos 0,093 kg/dia, encontrados nas condições do distrito de Angónia (Pimentel *et al.*, 2011), dos 0,005 kg/dia na região Sul de Moçambique (Tinga & Chimbambala, 2016). Entretanto, a necessidade da suplementação no S000, pode ter sido devido a limitante do modelo em relação à utilização de apenas o pasto *H. rufa*, enquanto o campo nativo é composto por uma mistura de diversas espécies (Nhantumbo, 1985; Timberlake & Jordão, 1985; Maciel *et al.*, 2013), que em conjunto podem proporcionar maiores valores nutritivos.

A diferença entre o consumo mínimo e máximo total diário por EA dos sistemas (S-200 e S600) foi de 50,69%. O consumo total dos alimentos por EA de



cada GMD demonstrou ser mais eficiente com o aumento de GMD (Tabela 8), ainda que esta eficiência não seja linear em relação aos benefícios econômicos obtidos (Tabela 10). Este foi melhor no S600 (EA10: 0,154; EA11: 0,178 e EA12: 0,163) e o mesmo demonstrou que em relação a um mesmo GMD, a eficiência pode depender da concentração de nutrientes dos alimentos utilizados, uma vez que, pode variar (S400 e S600), exemplo, no S600, o coeficiente de variação foi de 6%. Essa tendência é corroborada por estudos a campo como os do Quigley *et al.* (2009) ao avaliarem a inclusão de diversas estratégias alimentares em bezerros Bali pós-desmamados.

Por outro lado, o percentual de inclusão de cada ingrediente nas dietas ficou de acordo com os intervalos de inclusão já realizados em experimentação a campo. Como exemplos pode destacar: a *M. pruriens* em bovinos já se verificou consumos de 1,5 kg (19% na dieta) ou também em proporções de 12 a 24%; o farelo de *Z. mays* nos valores de 33,8%, 21 a 48,0%; *G. sepium* em 23,4% (Muinga; Saha; Mureithi, 2003; Yantika *et al.*, 2016; Chakoma *et al.*, 2016a; Kavishe; Chenyambuga; Dierenfeld, 2017). Autores como Quigley *et al.* (2009) relatam inclusões em 100% de foragem de *L. leucocephala* e sesbania com resultados de GMD apreciáveis dos bezerros Bali em sistemas extensivos de produções.

A inclusão de 20% do feno de *M. oleifera*, ratificando com as dietas de outras pesquisas (Nouala *et al.*, 2009; Angel; Zambramo; Parra, 2018). Entretanto, Angel; Zambramo; Parra (2018) verificaram que bezerros suplementados com dietas a base de 20% de *M. oleifera* ao final de 80 dias apresentaram melhores GMD em relação aos suplementados com a inclusão de 40%, com ganhos médios diários de 1,786 e 1,256, respectivamente.

Em geral, nesta pesquisa os suplementos constituíram o maior percentual nas dietas (Tabela 8), devido ao baixo valor nutricional da pastagem nativa (base da simulação). Neste sentido diferindo-se dos 84,9%  $\pm$  6,4% de consumo que representaram a pastagem nativa, em um experimento onde os animais eram recolhidos para os curais pelas 4h da tarde (Angel; Zambramo; Parra, 2018).

Além do mais, pode-se notar que o farelo de *Z. mays* foi um dos ingredientes mais utilizados nas diversas EA. No entanto, esse resultado demonstra que essa opção seria a mais adequada, já que também em Malawi 86% dos produtores destacaram o uso de farelo de *Z. mays* como suplemento (Chingala, 2018). Esses resultados permitem referenciar que, apesar dos sistemas de GMD serem diferentes, os diversos alimentos utilizados, quando bem manejados, pode esperar-se

desempenhos produtivos adequados com o sistema implementado. Também, o modelo de simulação sugere que, a partir de uma região específica, o tipo do sistema de produção em que o produtor insere-se, deverá ditar qual é a estratégia alimentar mais adequada, sem, deixar de lado as condições da acessibilidade dos respectivos alimentos na região.

Quanto ao CMS em percentual do PV (Figura 12), o maior CMS do S-200 em relação ao S000, fortalece a importância que se deve ter com referência a qualidade nutricional dos alimentos e da adequada disponibilidade dos mesmos, dado que, mesmo que o animal consuma maior quantidade (1,997 kg de *H. rufa*), devido ao seu baixo valor nutricional, este animal não supre as suas necessidades diárias (S-200), ainda que os animais do S000 tenham consumido a mesma quantidade em kg de MS por dia, os mesmos não perderam peso. A diferença no CMS em % do PV pode estar associada, entre outros, a quantidade de proteína que é baixa (S-200), uma diferença de 67,8 g de PB/dia.

A concentração dos nutrientes nos alimentos é um fator importante na nutrição dos animais. Os resultados (Figura 12) demonstraram essa importância, como se pode observar nos sistemas (S200 e S400), visto que apesar do S200 ter consumido mais kg de MS em % de PV relativamente ao S400, o mesmo fornece menor quantidade de proteínas, uma diferença de 119,7 g de PB em uma diferença de 0,05% de PV. Esse resultado salienta o fato de que, o S400 teve mais ingredientes concentrados em suas dietas totais (Figura 13), sugerindo que é necessário optar por alimentos que maximizem a produção do sistema.

Todavia, estes achados tem uma importância prática, uma vez que podem oferecer ao produtor uma ferramenta de apoio na tomada de decisões sobre a gestão do seu sistema produtivo, com vista a busca de melhores produtividades.

A relação entre alimentos volumosos e concentrados pode caracterizar o sistema de alimentação empregado na unidade produtiva. Sistemas com maiores proporções de volumosos podem ser mais eficientes do ponto de vista econômico, se a concentração de nutrientes da mesma for capaz de satisfazer os requerimentos nutricionais dos animais nos sistemas (Tabela 8, Figura 13 e Tabela 10).

A característica de maior GMD representar maior nível de concentrados na dieta (Figura 13), mesmo em condições de dietas locais em sistemas de produção de pequenos produtores, se assemelha com os resultados de outras pesquisas

(Chakoma *et al.*, 2016a). Demonstrando que é necessário disponibilizar aos animais ingredientes concentrados, principalmente, no caso de maior GMD.

A EA12 demonstra que dependendo do tipo de volumoso incluído na formulação de dietas, é possível alcançar maiores ganhos produtivos dos animais.

No entanto, apesar da proporção de concentrados não ter tanta variação dentro de cada GMD simulado nas três EA (Figura 13), a composição dos alimentos foi diferente (Tabela 8). Ademais, os resultados ainda demonstram que quando se tratar de buscar maiores GMD, é necessário investir na alimentação, mesmo até para a manutenção do peso vivo, uma vez que, foi possível observar que, com a melhoria de GMD nos sistemas a proporção de alimentos concentrados foi aumentando de uma forma geral.

#### 4.3 PERFORMANCE ECONÔMICA DAS ESTRATÉGIAS ALIMENTARES

##### 4.3.1 Custos relacionados com a alimentação das estratégias alimentares em cada sistema de ganho médio diário

Os custos de alimentação (Tabela 9) representam o componente mais importante na produção. A variação desses custos em um mesmo sistema de GMD, do ponto de vista prático pode ser imprescindível, já que, para a maior variação nos custos das EA do mesmo sistema, pode indicar que o produtor poderá escolher necessariamente a EA de menor custo. Por enquanto, para as de menor variação (pouca diferença entre os custos das EA), além dos custos, também deverá observar para outros aspectos, entre eles, as EA com ingredientes mais fáceis de fornecer aos animais (que necessitam de pouco esforço físico), pois, a mão de obra é familiar.

O aumento proporcional dos custos de alimentação em relação ao GMD (excluindo a EA12) comprova que o aumento do peso nos sistemas esteve relacionado com os maiores custos, apesar de no mesmo sistema (S600), ter-se como é o caso da EA12, um custo de alimentação baixo com maior ganho de peso (0,600 kg) comparável ao obtido no S200 (EA4), com uma diferença de quase 15%. O comparável custo da EA4 e a EA12 ressalta a importância da correta escolha dos alimentos, pois, pode obter-se maiores ganhos do sistema, com alimentos mais baratos. A generalidade do maior custo de alimentação como o maior GMD é corroborado por diversos autores (Lopes *et al.*, 2008).

O baixo custo de alimento para um maior ganho de peso verificado nesta pesquisa, se alinha aos fundamentos de Gusha *et al.* (2015), na qual em sua pesquisa a base de suplementos alternativos preconiza que, os alimentos estratégicos devem reduzir os custos e melhorarem a rentabilidade. Entretanto, a variação nos custos de alimentação é atribuída pelos custos por kg de MS e o tipo do alimento em relação à combinação com os demais para suprir as exigências nutricionais diárias (concentração de um determinado nutriente).

Os custos de alimentação corrigidos com a inflação e para 120 dias, relatados por Priyanti *et al.* (2010), em pesquisa feita em Indonésia para avaliar efeito econômico de diferentes estratégias de alimentação com resultados de GMD de 0,418 kg/dia (tratamento controle e *L. leucocephala*) foi de US\$ 10,93 e no GMD de 0,428 kg (tratamento controle + farelo de arroz + farinha de copra) foi de US\$ 8,76; são resultados que quando comparados aos desta simulação principalmente em todas as EA do S400 (Tabela 9), os mesmos foram baixos, com diferenças de aproximadamente 35%, entretanto, isso pode significar que nas condições desta simulação, o alcance de 400 g foi mais caro em até 65%.

No entanto, esses custos (US\$ 10,93 e US\$ 8,76) podem ser altos se comparados com o extremo da EA12 (US\$ 7,08), isso evidencia que essa EA foi uma das melhores pelo maior GMD (0,600 kg). Esses resultados podem ser justificados pelas diferenças dos preços por kg dos alimentos, uma vez que, para esta simulação na estimação dos fatores de produção foram incluídos o máximo de custos. Além de que, pode ser devido à alta produtividade dos alimentos utilizados na pesquisa, que contribuíram para o baixo custo dos mesmos (EA12).

Custos de US\$ 19,185 foram obtidos para GMD de  $\pm 0,200$  kg na região de West Nusa Tenggara na Indonésia (Priyanti *et al.*, 2010), isso na dieta controle, esse valor de custo de alimentação, é comparável a EA5 (US\$ 25,67) e muito distante das outras dietas que tiveram um custo abaixo de US\$ 8,5 (EA4 e EA6). Essa comparação fortalece o quão inviável são os custos da EA4 sendo um custo alimentar que não deve ser recomendado, nas condições desta pesquisa.

#### **4.3.2 Características econômicas das estratégias alimentares em cada sistema de ganho médio diário**

O resultado econômico das EA revela que maiores entradas de GMD fornecem melhores resultados ao sistema por kg de peso, como demonstrados a partir

da relação dos CRA, COE e COT por kg de GPT em cada sistema e os menores valores destas relações indicam melhores benefícios (Tabela 10). Estes resultados, em sistemas que já se têm animais, torna-se ainda mais importante, visto que os custos para a produção de 1 kg de peso seriam relativamente mais acessíveis por se ter um sistema preestabelecido.

A redução dos COT por kg de PV com o aumento de GMD enfatiza a ideia de que os maiores GMD nos animais maximizam a utilização dos recursos, possibilitando maiores ganhos econômicos. A maior percentagem (acima de 99%) dos COE (Tabela 10), são devidos a mão de obra familiar constituir a base importante para o manejo dos animais, e ainda pelo baixo custo do componente dos custos fixos empregados nos sistemas de produção.

Ambos indicadores (MB e ML) do S-200, S000 e EA5, salientam que é necessário intensificar o sistema através da EA, apesar dos mesmos serem produzidos em sistemas extensivos baseados em pastos nativos em áreas comunais, pois, com a perda ou manutenção dos animais, não existem benefícios econômicos (ML negativas), ou seja, a atividade é menos rentável a médio prazo (Lopes *et al.*, 2008).

As margens negativas foram as que tiveram valores da relação receita/COT menores que 1 (Tabela 10), esses resultados corroboram com Pacheco *et al.* (2014), onde valores abaixo de 1 foram indicativos de margens negativas.

Em geral, a relação receita/COT foi melhor com o aumento de GMD (Tabela 10), este resultado difere-se com os achados de Shi *et al.* (2014) no qual, o GMD de 1,72; 1,60 e 1,40 kg/dia tiveram relações de 2,71; 3,84 e 4,61, respectivamente. Ademais, corroboram com maior parte dos resultados dos autores Priyanti *et al.* (2010), na qual entre um GMD semelhante, mas com EA diferentes a maior relação, indicou a melhor relação. Outros resultados desses autores foram diferentes aos desta pesquisa, uma vez que, o aumento do GMD não foi linear com melhor relação, isto é, nem sempre o maior GMD pode indicar a melhor relação.

Contudo, a linearidade entre a melhor relação (receita/COT) com a melhor MB, ML ou lucratividade (Tabela 10) ressaltados nesta pesquisa, deve estar relacionado a semelhança dos custos incluídos na determinação dos custos de implantação dos alimentos tomados em uma mesma região, visto que, estes contribuem para o custo final por kg de alimento.

A melhor lucratividade foi dada na EA12, seguido de EA10, demonstrando o potencial dos alimentos utilizados nessas EA do S600. Por exemplo, a EA10 teve como concentrado os grãos de *M. pruriens*. A inclusão desta última nas dietas proporciona melhor ganho, dado ao seu custo e ao seu valor nutricional (Chakoma *et al.*, 2016a), em sua pesquisa, concluíram que o melhor retorno econômico foi obtido no tratamento que continha a *M. pruriens* em sua dieta, evidenciando ser uma fonte importante em sistemas tradicionais para as condições de Moçambique, já que é amplamente distribuída (Cassani *et al.*, 2016).

Por outro lado, a maior lucratividade (EA12) (Tabela 10), esteve relacionado com a inclusão de forrageiras perenes (Tabela 8), isso corrobora com os resultados de Bowen *et al.* (2016), que em sua pesquisa, concluíram que os sistemas de forragens perenes, principalmente a *L. leucocephala*, foi mais rentável em comparação com culturas anuais. Isso pode ser atribuído ao fato de baixos custos das perenes, por maximizarem a produção. Deste modo, reforçando a ideia de que a suplementação seria benéfica ao longo prazo (Bennison; Barton; Jaitner, 1997). Além disso, é pela inclusão do farelo de *Zea mays*, devido ao seu baixo custo (Mlay *et al.*, 2005; Kavishe; Chenyambuga; Dierenfeld, 2017), corroborando com os achados de Tahir *et al.* (2002), que ao fazer a comparação dos resultados econômicos dos farelos de *Zea may*, *Triticum sativum* e *Oryza sativa*, concluíram que o de *Zea mays* apresentou o melhor rendimento econômico de todos, dado ao seu baixo custo, em uma dieta onde, o mesmo foi incluído em 30%. Demonstrando o potencial deste subproduto nos sistemas de produção animal, como fonte suplementar. Já que, este permite melhorar GMD ( $0,696 \pm 0,0218$  a  $0,730 \pm 0,0254$  kg/dia), como demonstrado por Kavishe; Chenyambuga; Dierenfeld (2017), sendo ganhos promissores em sistemas baseados em pastagens nativas.

Entretanto, os resultados acima enfatizam que é benéfico manter os animais sobre a suplementação como forma de evitar perdas econômicas, por exemplo, a World Vision (2016) destacou que na região Sul de Moçambique ocorriam perdas econômicas devidas às incertezas relacionadas com a falta de alimentos na época seca do ano, e também água, sendo que, por vezes, os produtores eram obrigados a comercializarem os seus animais a preços baixos (80% abaixo do preço normal), por temerem incremento de mortes.

A partir dos resultados demonstrados pelas EA, com potenciais para melhorar a ML com uso de recursos alternativos, pode-se afirmar que, tem-se mais-

valia para o produtor como opção de intensificar o seu sistema de produção pecuária, visto que, Moçambique dispõem de limitados recursos produtivos, como as rações comerciais e ainda porque, acima de 40% da carne consumida nos centros urbanos é importada de países vizinhos (Vernooij; Dos Anjos; Mierlo, 2016).

Por outro lado, a despeito da suplementação ser tida como uma opção que deve ser utilizada como um recurso de última instância ou em casos de existir uma cadeia previamente desenhada para o fornecimento do animal após a época de suplementação (Poppi *et al.*, 2018). Para as condições de sistema que enfoca-se agricultura comunal, pela mesma ser inovada e sustentada nos preceitos de garantir que as propriedades familiares, comunitárias devem traduzir-se em unidades econômicas, com a mão de obra familiar, como um componente importante (Mmbengwa *et al.*, 2015), como nas condições da presente simulação, alinhadas as características dos resultados econômicos acima descritos, pode-se esperar que se melhore a condição produtiva dos animais na estação seca, com a finalidade de contribuir para rentabilizar o sistema produtivo e gradualmente migrar para uma visão mais comercial da atividade.

A demonstração da relação não linear entre o consumo de *H. rufa* e o COE (Figura 14) salienta que o produtor deve focar-se na visão mais comercial, buscando outras opções de alimentação. Além disso, permitem reforçar que a escolha dos alimentos deve ser de extrema importância para maximizar a produção. Pois, o fato dos animais consumirem mais pastos para um mesmo GMD, não garante que os custos serão baixos e que a produção será mais eficiente, visto que, em termos nutricionais, necessita-se de alimentos mais concentrados para compensar as exigências diárias dos animais (Tabela 8). Resultados diferentes destes, poderiam ter sido alcançados caso o sistema utiliza-se a mão de obra familiar para o pastoreio dos animais, algo não considerado nesta simulação.

Todos os resultados desta pesquisa indicam que, independentemente do percentual da lucratividade gerada com uso das EA (Tabela 10) nos sistemas (S200, S400 e S600), deixa evidências importantes de que a produção de bovinos de corte com opções locais de alimentação, pode contribuir para rentabilizar a produção, desde que as mesmas estejam bem delimitadas, incluindo os preços locais de venda por kg de PV, pois, a condição dos mercados é um fator importante (Bowen *et al.*, 2016).

O preço é analisado pelo fato de que estrategicamente, o mesmo ao final da época seca pode ser mais importante, já que a maioria dos animais

(comercializados nos mercados locais), geralmente, provém de sistemas que tiveram restrições da falta de alimentos, obviamente os mais pesados e com boas características de desempenho, seriam mais caros (Chakoma *et al.*, 2016a). No entanto, se for usado um preço/kg de PV acima do preço/kg de aquisição dos animais, o que não foi simulado nesta pesquisa, certamente o percentual de lucratividade seria melhor.

## 5 CONCLUSÕES

Durante o período seco do ano, é possível obter um peso vivo final de 192 kg no sistema S600 e de 96 kg no sistema S-200.

Dentre os alimentos utilizados, o farelo de milho (*Z. mays*) adicionado aos outros ingredientes, como a *S. sesban* e grãos de *M. pruriens* podem ser promissores para a rentabilidade do sistema, salientado que é possível melhorar sistemas baseados em pastagens nativas em áreas comunais, suplementando com fontes alternativas de alimentação.

A não suplementação ou a suplementação para a manutenção do peso vivo só traz prejuízos (margens bruta e líquida negativas). A partir do ganho médio diário de 0,200 kg/dia com uma escolha adequada dos ingredientes, pode-se ter lucros. O maior GMD demonstrou um aumento linear das margens (bruta e líquida). Entretanto, a estratégia alimentar 12 (EA12) foi a mais lucrativa.

O modelo de simulação foi útil como ferramenta de apoio para a tomada de decisões, demonstrando que pode ser utilizado como ferramenta de planejamento nos sistemas de produção de bovinos de corte.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGEL, J. L. G.; ZAMBRAMO, C.; PARRA, N. **Efecto de la inclusión de harina del follaje moringa oleífera en suplemento para mautes mestizos a pastoreo**. 2018. Disponível em: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/efecto-inclusion-harina-follaje-t42507.htm>. Acesso em: 5 jan. 2019.

ANTARI, R. *et al.* Rice straw, cassava by-products and tree legumes provide enough energy and nitrogen for live weight maintenance of Brahman (*Bos indicus*) cows in Indonesia. **Animal Production Science**, Collingwood, v. 54, n. 9, p. 1228–1232, 2014.



BAHAR, F. A. **Cultural practices for pigen pea (*Cajanus cajan*. (L.) Millsp.) as forage, green manure, and grain crops**. 1981. Thesis (Doctor) - University of Florida, Gainesville, 1981.

BALDWIN, R. L. Principles of modeling animal systems. *In*: THE NEW ZEALAND SOCIETY OF ANIMAL PRODUCTION, 1976, Palmerston North. **Proceedings** [...]. Palmerston North: NZSAP, 1976. v. 36, p. 128-139.

BARCELLOS, J. O. J. *et al.* A bovinocultura de corte frente a agriculturização no sul do Brasil. *In*: CICLO DE ATUALIZAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA, 11., 2004, Lages. **Anais** [...]. Lages: UDESC, 2004. p. 13-30.

BARCELLOS, J. O. J. *et al.* Sistemas de apoio à decisão na produção de bovinos de corte. *In*: BARCELLOS, J. O. J. *et al.* (ed.). **Bovinocultura de corte: cadeia produtiva & sistemas de produção**. Guaíba: Agrolivros, 2011. p. 91-94.

BARCELLOS, J. O. J.; SUÑÉ, Y. B. P. A cria e a expansão agrícola. *In*: BARCELLOS, J. O. J. *et al.* (ed.). **Bovinocultura de corte: cadeia produtiva & sistemas de produção**. Guaíba: Agrolivros, 2011. p. 48-54.

BENNISON, J. J.; BARTON, D.; JAITNER, J. The production objectives and feeding strategies of ruminant livestock owners in the Gambia : implications for policy makers. **Agricultural Systems**, Essex, v. 55, n. 3, p. 425-444, 1997.

BEUTEL, T. S. *et al.* Quantifying leucaena cultivation extent on grazing land. **The Rangeland Journal**, Cotlesloe, v. 40, n. 1, p. 31-38, 2018.

BICALHO, F. L. *et al.* Estratégias de suplementação alimentar nas fases de recria e engorda. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 62, n. 4, p. 1112-1120, 2014.

BLACKWOOD, I.; CLAYTON, E. Supplementary feeding of cattle. **Primefact**, [Sydney], n. 341, p. 1-4, Jan. 2007.

BOTSIME, B. D. **Influence of agro-ecological region on selected anthropometrical measurements of Nguni cattle in South Africa**. 2005. Dissertation (Magister Institutionis Agrariae) - Department of Animal and Wildlife Sciences, Faculty of Natural and Agricultural Sciences, University of Pretoria, Pretoria, 2006.

CASANOVA-LUGO, F. *et al.* Forage yield and quality of *Leucaena leucocephala* and *Guazuma ulmifolia* in tropical silvopastoral systems. **Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales**, Cali, v. 2, n. 1, p. 24-27, 2014.

CHAKOMA, I. *et al.* Promoting the use of home-mixed supplements as alternatives to commercial supplements in smallholder beef production systems in the subhumid region of Zimbabwe. **African Journal of Range and Forage Science**, Grahamstown, v. 33, n. 3, p. 165-171, 2016.

CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**. 9. ed. Barueri, São Paulo: Manole, 2014.

CHWIF, L.; MEDINA, A. C. **Modelagem e simulação de eventos discretos: teoria e aplicações**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

COMBELLAS, J. *et al.* Influence of *Gliricidia sepium* restricted grazing on live weight gain of growing cattle in star grass pastures. **Livestock Research for Rural Development**, Cali, v. 8, n. 4, 1996.

CUMBE, T. A. *et al.* Caracterização zootécnica da produção de bovinos de corte em Moçambique. *In*: JORNADA NESPRO, 12.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 3., 2017, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: UFRGS/NESPro, 2017. p.159.

CUNGUARA, B. *et al.* **Explorando o potencial para a expansão da área cultivada usando a tracção animal no sector familiar em Moçambique**. Maputo: Ministério da Agricultura e Segurança Alimentar/Direcção de Planificação e Cooperação Internacional, 2016. (Relatório de Pesquisa, 79P).

DIONÍSIO, A. C. Evolução da produção pecuária na província popular de Moçambique com especial ênfase para bovinos de corte. *In*: SEMINÁRIO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1985, Maputo. **Anais [...]**. Maputo: INIA, 1985. p. 1-63.

EUCLIDES, V. P. B. *et al.* Biological and economic performance of animal genetic groups under different diets. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 34, n. 6, p. 1683–1692, 2018.

FAO. **FAO Country programming framework: within the UN delivering as one: Mozambique 2012-2015**. Rome: FAO, 2015.

FAO. **Programa abrangente de desenvolvimento agrícola africano: integrando os sub-setores do gado, silvicultura e pescas no PCDA**. Rome: FAO, 2006. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a0586p/a0586p.pdf>. Acesso em: 10 maio. 2017.

FAO. **Promising practice e-vouchers increasing the use of improved agricultural inputs in Mozambique Key facts to agricultural inputs for smallholder**. Rome: FAO, 2017.

FIGUEIREDO, D. M. *et al.* Análise econômica de quatro estratégias de suplementação para recria e engorda de bovinos em sistema pasto-suplemento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1443–1453, 2007.

FONTOURA JÚNIOR, J. A. S. *et al.* Utilização de modelos de simulação em sistemas de produção de bovinos de corte. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 19–30, 2007.

FOWLER, J. W.; ROSE, O. Grand challenges in modeling and simulation of complex manufacturing systems. **Simulation**, San Diego, v. 80, n. 9, p. 469–476, 2004.

FORRESTER, J. W. **Principles of systems**. 2nd. ed. Cambridge: Wright-Alelen, 1968.

FRANCO, G. L. *et al.* Effect of frequency of protein-energetic supplementation on the performance and ingestive behavior of Nellore calves kept in a tropical pasture in the dry season. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 39, n. 6, p. 2555–2564, 2018.

FRANZEL, S. *et al.* Fodder trees for improving livestock productivity and smallholder livelihoods in Africa. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, Amsterdam, v. 6, n. 1, p. 98–103, 2014.

GAMEIRO, A. H. Análise econômica aplicada à zootecnia: avanços e desafios. In: NOVOS DESAFIOS DA PESQUISA EM NUTRIÇÃO E PRODUÇÃO ANIMAL, 2009, Pirassununga. **Anais [...]**. Pirassununga: 5D, 2009. p. 1-31.

GEBREYOWHANS, S.; ZEGEYE, T. Effect of dried *Sesbania sesban* leaves supplementation on milk yield, feed intake, and digestibility of Holstein Friesian X Zebu (Arado) crossbred dairy cows. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburgh, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11250-018-1779-0>. Acesso em: 3 jan. 2019.

GOES, R. H. T. *et al.* Desempenho de novilhos mantidos em pastagens submetidos à suplementação protéica e protéico-energética, durante a época seca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 10, n. 4, p. 907–916, 2009.

GONZÁLEZ-VILLALOBOS, D. *et al.* The use of *Gliricidia sepium* in the supplementary feeding of crossbred female calves. **Revista Científica, FCV-LUZ**, [Maracaibo], v. 12, n. 5, p. 384–387, 2002.

GONZÁLEZ, D. *et al.* Use of *Gliricidia sepium* in feed supplementation of crossbred heifers and its effect on growth and the onset of puberty. **Revista Científica, FCV-LUZ**, [Maracaibo], v. 12, n. 1, p. 45–52, 2003.

GOUTTENOIRE, L.; COURNUT, S.; INGRAND, S. Modelling as a tool to redesign livestock farming systems: a literature review. **Animal**, Cambridge, v. 5, n. 12, p. 1957–1971, 2011.

GRIMM, V. *et al.* Towards better modelling and decision support : documenting model development, testing, and analysis using TRACE. **Ecological Modelling**, Amsterdam, v. 280, p. 129–139, 2014.

GRIMM, V.; RAILSBACK, S. F. **Individual-based modeling and ecology**. Oxford: Princeton University, 2004.

GUSHA, J. *et al.* Performance of growing cattle on poor-quality rangelands supplemented with farm-formulated protein supplements in Zimbabwe. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 99, n. 5, p. 905–912, 2015.

GUSHA, J. *et al.* Performance of cattle reared on rangelands supplemented with farm-formulated diets during the dry season in Zimbabwe. **Animal Production Science**, [s. l.], v. 57, p. 1163–1169, 2017.

HEUZÉ, V. *et al.* Jaragua (*Hyparrhenia rufa*). In: FEEDIPEDIA: an on-line encyclopedia of animal feeds. Paris: INRA, 2015a. Disponível em: <https://www.feedipedia.org/node/426>. Acesso em: 18 dez. 2017.

HEUZÉ, V. *et al.* Velvet bean (*Mucuna pruriens*). In: FEEDIPEDIA: an on-line encyclopedia of animal feeds. Paris: INRA, 2015b. Disponível em: <https://www.feedipedia.org/node/270>. Acesso em: 18 dez. 2017.

HEUZÉ, V. *et al.* Sesban (*Sesbania sesban*). In: FEEDIPEDIA: an on-line encyclopedia of animal feeds. Paris: INRA, 2015c. Disponível em: <https://www.feedipedia.org/node/253>. Acesso em: 18 dez. 2017.

HEUZÉ, V. *et al.* Pigeon pea (*Cajanus cajan*) forage description. In: FEEDIPEDIA: an on-line encyclopedia of animal feeds. Paris: INRA, 2016b. Disponível em: <http://www.feedipedia.org/node/22444>. Acesso em: 18 dez. 2017.

HEUZÉ, V. *et al.* Moringa (*Moringa oleifera*) description. In: FEEDIPEDIA: an on-line encyclopedia of animal feeds. Paris: INRA, 2016c. Disponível em: <http://www.feedipedia.org/node/124>. Acesso em: 18 dez. 2017.

HEUZÉ, V.; TRAN, G. Leucaena (*Leucaena leucocephala*). In: FEEDIPEDIA: an on-line encyclopedia of animal feeds. Paris: INRA, 2015. Disponível em: <https://www.feedipedia.org/node/282>. Acesso em: 18 dez. 2017.

HEUZÉ, V.; TRAN, G. Cassava leaves and foliage. In: FEEDIPEDIA: an on-line encyclopedia of animal feeds. Paris: INRA, 2016. Disponível em: <https://www.feedipedia.org/node/528>. Acesso em: 18 dez. 2017.

HOSSEINPOUR, F.; HAJIHOSSEINI, H. Importance of simulation in manufacturing. **International Journal of Economics and Management Engineering**, Olney, v. 3, n. 3, p. 229–232, 2009.

INE – INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA. **Censo Agro-Pecuário CAP 2009-2010**: resultados preliminares: Moçambique. Maputo: INE, 2011. Disponível em: [http://www.fao.org/fileadmin/templates/ess/ess\\_test\\_folder/World\\_Census\\_Agriculture/Country\\_info\\_2010/Reports/Mozambique\\_2010CAP\\_VF.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/ess/ess_test_folder/World_Census_Agriculture/Country_info_2010/Reports/Mozambique_2010CAP_VF.pdf). Acesso em: 15 fev. 2018.

JAYME, C. G. *et al.* Suplementação de bovinos de corte a pasto durante o período seco Cristiano. **PUBVET**, Maringá, v. 7, n. 24, [art.] 1630, 2013.

KABI, F.; LUTAKOME, P. Effect of harvesting *Gliricidia sepium* at different cutting frequencies on quantity and quality of herbage biomass for dairy cattle nutrition. **Journal of Animal Science Advances**, [Iran], v. 6, n. 3, p. 320–333, 2013.

KAMALI, F. P. *et al.* Environmental and economic performance of beef farming systems with different feeding strategies in southern Brazil. **Agricultural Systems**, Essex, v. 146, p. 70–79, 2016.

MAPIYE, C. *et al.* Opportunities for improving Nguni cattle production in the smallholder farming systems of South Africa. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 124, n. 1/3, p. 196–204, 2009.

MASTIKA, I. M. Feeding strategies to improve the production performance and meat quality of Bali cattle (*Bos sondaicus*). *In*: ENTWISTLE, K.; LINDSAY, L.R. (ed.). **Strategies to improve Bali cattle in eastern Indonesia**: proceedings of a Workshop 4–7 february 2002, Bali, Indonesia. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research, 2003. p. 10-13. (ACIAR Proceedings, 110). Disponível em: <https://ei-ado.aciar.gov.au/supplementary-reports/annotated-bibliography/feeding-strategies-improve-production-performance-and>. Acesso em: 10 jan. 2019.

MERCADER, J. *et al.* Poaceae phytoliths from the Niassa Rift, Mozambique. **Journal of Archaeological Science**, London, v. 37, n. 8, p. 1953–1967, 2010.

MEYRELES, L.; MACLEOD, N. A.; PRESTON, T. R. Cassava forage as a protein supplement in sugar cane diets for cattle effect of different levels on growth and rumen fermentation. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburgh, v. 2, n. 1, p. 73–80, 1977.

MOLEFI, S. H.; MBAJIORGU, C. A.; ANTWI, M. A. Management practices and constraints of beef cattle production in communal areas of Mpumalanga province, South Africa. **Indian Journal of Animal Research**, Karnal, v. 51, n. 1, p. 187–192, 2017.

MORGADO, F. P. **A pecuária no centro de Moçambique**. Maputo: Nova Vega, 2004.

MOYO, S.; SWANEPOEL, F.J.C. Multifunctionality of livestock in developing communities. *In*: SWANEPOEL, F.; STROEBEL, A.; MOYO, S. **The role of livestock in developing communities**: enhancing multifunctionality. Bloemfontein, South Africa: UFS/ CTA, 2010. cap.1, p. 1-11.

MULINDWA, H. E. **Modelling of ecological and economic sustainability of a pastoral production system in Uganda**. 2010. Dissertation (Doktorgrades Der Universität für Bodenkultur) - University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, 2010.

MURUNGWENI, C.; MABUKU, O.; MANYAWU, G. J. Mucuna, lablab and paprika calyx as substitutes for commercial protein sources used in dairy and pen-fattening diets by smallholder farmers of Zimbabwe. *In*: WHITBREAD, A.M.; PENGELLY, B.C. (ed.). **Tropical legumes for sustainable farming systems in Southern Africa and Australia**. Canberra: ACIAR, 2004. p. 126-135.

NHAN, N. T. H.; MAN, N. V.; PRESTON, T. R. Biomass yield of *ymenachne acutigluna* and *Paspalum atratum* in association with *Sesbania sesban* on seasonally waterlogged soils and their use as feeds for cattle in the Mekong delta, Vietnam. **Livestock Research for Rural Development**, Cali, v. 21, n. 8, 2009.

NOUALA, F. S. *et al.* Feed intake and digestion by two cattle breeds fed of baby corn stovers and groundnut hay supplemented with graded levels of concentrate and Moringa leaves. **Livestock Research for Rural Development**, Cali, v. 21, n. 10, 2009.

NQENO, N.; CHIMONYO, M.; MAPIYE, C. Farmers' perceptions of the causes of low reproductive performance in cows kept under low-input communal production systems in South Africa. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburgh, v. 43, n. 2, p. 315–321, 2011.

ODENY, D. A. The potential of pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) in Africa. **Natural Resources Forum**, Oxford, v. 31, n. 4, p. 297–305, 2007.

OJO, V. O. A. *et al.* Effects of supplementing *Leucaena leucocephala* and conserved forages from natural pasture on the performance of grazing calves. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburgh, v. 46, n. 1, p. 197–202, 2014.

PANG, H. *et al.* Structure of a dynamic simulation model for beef cattle production systems. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 79, n. 4, p. 409–417, 1999.

PANJAITAN, T. *et al.* Growth of Bali bulls fattened with *Leucaena leucocephala* in Sumbawa, Eastern Indonesia. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**, Cali, v. 2, p. 116–118, 2014.

POPPI, D. P. *et al.* Challenges of beef cattle production from tropical pastures. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 47, [art.] e20160419, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v47/1806-9290-rbz-47-e20160419.pdf>. Acesso em: 29 dez. 2018.

PRIYANTI, A. *et al.* Economic analysis of on-farm feeding strategies to increase post-weaning live weight gain of Bali calves. *In*: THE INTERNATIONAL SEMINAR ON TROPICAL ANIMAL PRODUCTION, 5., 2010, Yogyakarta, Indonesia. **Proceedings** [...]. Yogyakarta, Indonesia: Community Empowerment and Tropical Animal Industry, 2010. p. 702-708.

QUIGLEY, S. *et al.* **Strategies to increase growth of weaned Bali calves**. Canberra: ACIAR, 2009.

RADRIZZANI, A.; NASCA, J. A. The effect of *Leucaena leucocephala* on beef production and its toxicity in the Chaco Region of Argentina. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**, Cali, v. 2, p. 127–129, 2014.

REGE, J. E. O.; TAWAH, C. L. The state of African cattle genetic resources II. Geographical distribution, characteristics and uses of present-day Humpless Longhorn Cattle of West. **Animal Genetic Resources Information**, Rome, v. 26, p. 1–25, 1999.

REIS, R. A. *et al.* Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, p. 147–159, 2009. Supl. 1.

REIS, R. A.; SIQUEIRA, G. R.; CASAGRANDE, D. R. Suplementação alimentar de bovinos em pastagens. *In*: PIRES, A. V (ed.). **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ, 2010. p. 219–255.

REIS, R.; NUSSIO, L. Suplementação com volumosos em pastagens. **Revista Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 3, p. 43-46, jan./jun. 2005.

ROCHA, A.; STARKEY, P.; DIONÍSIO, A. C. Cattle production and utilisation in smallholder farming systems in southern Mozambique. **Agricultural Systems**, Essex, v. 37, p. 55–75, 1991.

ROMERA, A. J. *et al.* A model for simulating rule-based management of cow-calf systems. **Computers and Electronics in Agriculture**, New York, v. 42, p. 67–86, 2004.

ROY, B. K. *et al.* Performance evaluation of *Moringa oleifera* and available roughages (Maize and Australian Sweet Jumbo) on feeding values of growing BLRI Cattle Breed-1 (BCB-1) bulls. **American Journal of Experimental Agriculture**, Hooghly, v. 14, n. 1, p. 1–9, 2016.

RUEDA, B. L. *et al.* Production and economic potentials of cattle in pasture-based systems of the western Amazon region of Brazil. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 12, p. 2923–2937, 2003.

SÁNCHEZ, N. R.; SPÖRNDLY, 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**, Amsterdam, v. 101, n. 1/3, p. 24–31, 2006.

SARGENT, R. G. Verification and validation of simulation models. *In*: 2011 WINTER SIMULATION CONFERENCE, 2011, Syracuse. **Proceedings** [...]. Syracuse: IEEE, 2011. p. 183-198.

SARTORELLO, G. L.; BASTOS, J. P. S. T.; GAMEIRO, A. H. Development of a calculation model and production cost index for feedlot beef cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 47, [art.] e20170215, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v47/1806-9290-rbz-47-e20170215.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2018.

SATH, K. *et al.* Feed intake, digestibility, and N retention in cattle fed rice straw and para grass combined with different levels of protein derived from cassava foliage. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, Champaign, v. 25, n. 7, p. 956–961, 2012.

SCHELLING, N.; NEGENMAN, T.; GRAUMANS, A. C. M. **Investment opportunities for dutch agrifood companies in Mozambique**. Deventer: AGRIX, 2014.

SEBATA, A. An insight into current and future production of forage crops in Zimbabwe. London: Intechopen, 2018.

SMITH, O.B. A review of ruminant to cassava-based diets. *In*: HAHN, S.K.; REYNOLDS, L.; EGBUNIKE, G.N. (ed.). **Cassava as livestock feed in Africa**. Ibadan: IITA/ILCA, 1988. p. 39-53. Trabalho apresentado em evento do IICA/ILCA realizado em Ibadan, Nigéria em 1988.

SOMASIRI, S. C. *et al.* Effect of gliricidia (*Gliricidia sepium*) leaf meal blocks on intake, live weight gain and milk yield of dairy cows. **Tropical Agricultural Research**, Peradeniya, v. 22, n. 1, p. 76–83, 2010.

SPECHT, E. J. K. Prevalence of bovine trypanosomosis in Central Mozambique from 2002 to 2005. **The Onderstepoort Journal of Veterinary Research**, Durbanville, v. 75, n.1, p. 73–81, 2008.

THANG, C. M.; SANH, M. V; WIKTORSSON, H. Effects of supplementation of mixed cassava (*Manihot esculenta*) and legume (*Phaseolus calcaratus*) fodder on the rumen degradability and performance of growing cattle. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Seoul, v. 21, n. 1, p. 66–74, 2008.

TIMBERLAKE, J. Pastagens naturais em Moçambique. *In*: SEMINÁRIO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1985, Maputo. **Anais** [...]. Maputo: INIA, 1985. p. 156-175.

TIMBARLAKE, J.; DIONÍSIO, A. C. Pasture improvement research in eastern and review of the use of improved pasture species in Mozambique. *In*: WORKSHOP HELD IN HARARE, 1984, Zimbabwe. **Proceedings** [...]. Harare: International Development Research Centre, 1984.

TINGA, B. *et al.* **Maneio animal**: relatório técnico sobre análise do efeito de blocos de ureia-melaço no ganho de peso em bovinos nos distritos de Xai-Xai e Chicualacuala. Maputo: CGIAR, 2014.

TINGA, B. I.; CHIMBALAMBALA, A. H. Improved dry season feed supplementation for small scale cattle production in Mozambique. **Dynamic Journal of Animal Science and Technology**, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 10–16, June 2016.

UAILA, R. D. An outlook for animal production in Mozambique with brief emphasis on dry season feeding strategies for cattle. *In*: HOLNESS, D.H. (ed.). **Strategies for dry season feeding of animals in central and southern Africa**. Harare, Zimbabwe: ZSAP/FAO, 1999. Trabalho apresentado no ZSAP/FAO Workshop realizado em Harare, Zimbabwe, 1999.

VERNOOIJ, A.; DOS ANJOS, M.; MIERLO, J. **Livestock development in the Zambezi Valley, Mozambique**: poultry, dairy and beef production: description of the current situation and emerging opportunities. Wageningen: Wageningen University & Research/ Centre for Development Innovation, 2016. (Report CDI-16-027).

VILELA, F. B. Estratégia de segurança alimentar de ruminantes do sector familiar na época seca - o caso de Angónia. *In*: VILELA, F. **Manual de tecnologias**. [S.l.: s.n.], 2005. p. 2-13.



WINROCK INTERNATIONAL INSTITUTE FOR AGRICULTURAL DEVELOPMENT.  
**Assessment of animal agriculture in Sub-Saharan Africa.** Morrilton: Winrock International, 1992.

YANTIKA, S. M. *et al.* Performance, carcass production, and meat quality of sumba ongole bulls fed Ration supplemented Velvet bean (*Mucuna pruriens*). **Media Peternakan**, Bogor, v. 39, n. 1, p. 20–26, 2016.

ZAMPALIGRÉ, N.; SCHLECHT, E. Livestock foraging behaviour on different land use classes along the semi-arid to sub-humid agro-ecological gradient in West Africa. **Environment, Development and Sustainability**, Dordrecht, v. 20, n. 2, p. 731–748, 2018.

### **CAPITULO III**

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dado aos altos custos de alimentação nos sistemas de produção animal, a utilização de alternativas de alimentos capazes de atender os requerimentos nutricionais dos animais e com isso contribuir para a rentabilidade dos sistemas de produção é imprescindível.

O planejamento adequado antes da suplementação dos animais, principalmente em relação aos preços de venda do animal suplementado são de extrema importância, pois, estes determinam a rentabilidade do sistema.

O uso de árvores multifuncionais para a suplementação dos bovinos de corte, ao longo prazo pode fornecer melhores resultados, dependendo do ciclo de vida das mesmas. E são opções adequadas para os sistemas de produção de pequena escala.

Em sistemas de produção comunal, na estação seca do ano, apesar dos animais pastorearem em pastos nativos e comunitários, que não tem custos, é necessário buscar fontes de alimentos para maximizar a produção animal.

Os resultados alcançados nesta pesquisa enfatizam o que vem sendo amplamente considerado, que é possível melhor a produção de bovinos de corte, com uso de alimentos locais nos sistemas produtivos. Levando a afirmar que podem fornecer um contributo para a gestão dos sistemas de produção baseados em pastagens nativas em áreas comunais, durante a estação de escassez dos pastos.

O modelo de simulação utilizado evidenciou ser uma ferramenta que pode ser utilizado para o planejamento e apoio a tomada de decisões importantes nos sistemas de produção animal.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGEL, J. L. G.; ZAMBRAMO, C.; PARRA, N. **Efecto de la inclusión de harina del follaje moringa oleífera en suplemento para mautes mestizos a pastoreo**. 2018. Disponível em: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/efecto-inclusion-harina-follaje-t42507.htm>. Acesso em: 5 jan. 2019.
- ASONGWED-AWA, A.; ONANA, J. Variability in productivity of *Mucuna pruriens* varieties in a semi-arid environment. In: JAMIN, J.Y.; BOUKAR, L. S.; FLORET, C. (ed.). **Savanes africaines: des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis: actes du colloque**. Montpellier: CIRAD; Dakar: CORAF, 2002.
- BAHAR, F. A. **Cultural practices for pigen pea (*Cajanus cajan*. (L.) Millsp.) as forage, green manure, and grain crops**. 1981. Dissertation (Doctor of Philosophy) - University of Florida, Gainesville, 1981.
- BARNES, P. Dry-matter herbage productivity and aspects of chemical-composition in 4 forage shrub legumes at a subhumid site in Ghana. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 31, n. 3, p. 223–227, 1995.
- BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. Cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando a melhoria dos solos dos tabuleiros costeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 10, p. 1287–1293, 2001.
- BENNISON, J. J.; BARTON, D.; JAITNER, J. The production objectives and feeding strategies of ruminant livestock owners in the Gambia : implications for policy makers. **Agricultural Systems**, Essex, v. 55, n. 3, p. 425–444, 1997.
- BESSA, I. *et al.* Genetic diversity and relationships among indigenous Mozambican cattle breeds. **South African Journal of Animal Science**, Pretoria, v. 39, n. 1, p. 61–72, 2009.
- BM – BANCO DE MOÇAMBIQUE. **Mercado cambial**. [2018]. Disponível em: [http://www.bancomoc.mz/fm\\_mercadosmmi.aspx?id=10](http://www.bancomoc.mz/fm_mercadosmmi.aspx?id=10). Acesso em: 30 nov. 2018.
- BOWEN, M. K. *et al.* Productivity and profitability of forage options for beef production in the subtropics of northern Australia. **Animal Production Science**, Collingwood, v. 58, n. 2, p. 332–342, 2016.
- CAPPELLE, E. R. *et al.* Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1837–1856, 2001.
- CARSKY, R. J.; OYEWOLE, B.; TIAN, G. Effect of phosphorus application in legume cover crop rotation on subsequent maize in the savanna zone of West Africa. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v. 59, n. 2, p. 151–159, 2001.
- CARVALHEIRA, J. G. V. *et al.* Comparison of landim and africander cattle in southern Mozambique : I. Body weights and growth. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 12, p. 3519–3526, 1995.

CASANOVA-LUGO, F. *et al.* Forage yield and quality of *Leucaena leucocephala* and *Guazuma ulmifolia* in mixed and pure fodder banks systems in Yucatan, Mexico. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 88, n. 1, p. 29–39, 2014.

CASSANI, E. *et al.* *Mucuna pruriens* for Parkinson's disease: low-cost preparation method, laboratory measures and pharmacokinetics profile. **Journal of the Neurological Sciences**, Amsterdam, v. 365, p. 175–180, 2016.

CHAKOMA, I. *et al.* Promoting the use of home-mixed supplements as alternatives to commercial supplements in smallholder beef production systems in the subhumid region of Zimbabwe. **African Journal of Range and Forage Science**, Grahamstown, v. 33, n. 3, p. 165–171, 2016a.

CHAKOMA, I. *et al.* Forage seed production and trade as a pathway out of poverty in the smallholder sector: lessons from the Zimbabwe crop livestock integration for food security (ZimCLIFS) project. **African Journal of Range and Forage Science**, Grahamstown, v. 33, n. 3, p. 181–184, 2016b.

CHINGALA, G. **Beef production and quality of Malawi Zebu steers fed diets containing rangeland-based protein sources under feedlot conditions**. 2018. Tesis (Doctoral Degrees – Animal Sciences) - Faculty of AgriSciences, Stellenbosch University, Stellenbosch, 2018.

COBBINA, J.; ATTA-KRAH, A. N. Forage productivity of *Gliricidia* accessions on a tropical alfisol soil in Nigeria. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**, Cali, v. 26, p. 248–254, 1992.

COSTA, N. L. *et al.* Produtividade de genótipos de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) em Porto Velho, Rondônia. **PUBVET**, Maringá, v. 7, n. 2, [art.] 1490, 2013.

CUMBE, T. A. *et al.* Caracterização zootécnica da produção de bovinos de corte em Moçambique. *In*: JORNADA NESPRO, 12.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 3., 2017, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: UFRGS/NESPro, 2017. p. 159.

CUNHA, D. B. F. V. *et al.* Evaluation of a dynamic simulation model for milk production systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 4, p. 903–912, 2010.

DIONÍSIO, A. C. Evolução da produção pecuária na província popular de Moçambique com especial ênfase para bovinos de corte. *In*: SEMINÁRIO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1985, Maputo. **Anais [...]**. Maputo: INIA, 1985. p. 1-63.

DZOWELA, B. H. *et al.* Recent work on the establishment, production and utilization of multipurpose trees as a feed resource in Zimbabwe. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 69, n. 1/3, p. 1–15, 1997.

EILITTÄ, M. *et al.* On-farm experiments with maize-mucuna systems in the Los Tuxtlas region of Veracruz, southern Mexico. II. Mucuna variety evaluation and subsequent maize grain yield. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 39, n. 1, p. 19–27, 2003.

EL-MORSY, M. H. M. Influence of cutting height and plant spacing on *Sesbania* (*Sesbania aegyptiaca* [Poir]) productivity under hyper-arid conditions in El-kharga oasis, El-wadi El-gaded, Egypt. **International Journal of Plant Production**, Gorgan, v. 3, n. 2, p. 77–84, 2009.

ELEVITCH, C.R.; FRANCIS, J.K. *Gliricidia sepium* (gliricidia): *Fabaceae* (legume family). In: ELEVITCHE, C.R. (ed.). **Traditional trees of Pacific Islands**: their culture, environment, and use. Hōlualoa, Hawaii: Permanent Agriculture Resources, 2006. Disponível em: <https://raskisimani.files.wordpress.com/2013/01/gliricidia-gliricidia.pdf>. Acesso em: 26 dez. 2017.

FAO. **Save and grow**: cassava: a guide to sustainable production intensification. Rome: FAO, 2013. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i3278e.pdf>. Acesso em: 28 maio. 2018.

FOIDL, N.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. The potential of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses. 2001. Disponível em: [https://miracletrees.org/moringa-doc/the\\_potential\\_of\\_moringa\\_oleifera\\_for\\_agricultural\\_and\\_industrial\\_uses.pdf](https://miracletrees.org/moringa-doc/the_potential_of_moringa_oleifera_for_agricultural_and_industrial_uses.pdf). Acesso em: 16 jun. 2018.

FRANCO, G. L. *et al.* Effect of frequency of protein-energetic supplementation on the performance and ingestive behavior of Nellore calves kept in a tropical pasture in the dry season. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 39, n. 6, p. 2555–2564, 2018.

FRANZEL, S. *et al.* Fodder trees for improving livestock productivity and smallholder livelihoods in Africa. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, Amsterdam, v. 6, n. 1, p. 98–103, 2014.

FUJII, Y.; SHIBUYA, T.; YASUDA, T. L-3,4-dihydroxyphenylalanine as an allelochemical candidate from *Mucuna pruriens* (L.) DC. var. utilis. **Agricultural and Biological Chemistry**, Tokyo, v. 55, n. 2, p. 617–618, 1991.

GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, C. E.; CRESPO-LÓPEZ, G. J. Response of *Moringa oleifera* Lam to fertilization strategies on lixiviated ferralitic red soil. **Pastos y Forrajes**, Matanzas, Cuba, v. 39, n. 3, p. 173–177, 2016.

GONZÁLEZ, D. *et al.* Use of *Gliricidia sepium* in feed supplementation of crossbred heifers and its effect on growth and the onset of puberty. **Revista Científica, FCV-LUZ**, [Maracaibo], v. 12, n. 1, p. 45–52, 2003.

GRADIZ, L. *et al.* Beef cow-calf production system integrated with sugarcane production: Simulation model development and application in Japan. **Agricultural Systems**, Essex, v. 94, p. 750–762, 2007.

GUSHA, J. *et al.* Performance of growing cattle on poor-quality rangelands supplemented with farm-formulated protein supplements in Zimbabwe. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 99, n. 5, p. 905–912, 2015.

HEERING, J. H. The effect of cutting height and frequency on the forage, wood and seed production of 6 *Sesbania sesban* accessions - productivity of *Sesbania sesban* accessions under irrigated conditions. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 30, n. 3, p. 341–350, 1995.

HEUZÉ, V. *et al.* Jaragua (*Hyparrhenia rufa*). *In*: FEEDIPEDIA: an on-line encyclopedia of animal feeds. Paris: INRA, 2015a. Disponível em: <https://www.feedipedia.org/node/426>. Acesso em: 18 dez. 2017.

HEUZÉ, V. *et al.* Velvet bean (*Mucuna pruriens*). *In*: FEEDIPEDIA: an on-line encyclopedia of animal feeds. Paris: INRA, 2015b. Disponível em: <https://www.feedipedia.org/node/270>. Acesso em: 18 dez. 2017.

HEUZÉ, V. *et al.* Sesban (*Sesbania sesban*). *In*: FEEDIPEDIA: an on-line encyclopedia of animal feeds. Paris: INRA, 2015c. Disponível em: <https://www.feedipedia.org/node/253>. Acesso em: 18 dez. 2017.

HEUZÉ, V. *et al.* Maize bran and hominy feed. *In*: FEEDIPEDIA: an on-line encyclopedia of animal feeds. Paris: INRA, 2016a. Disponível em: <https://www.feedipedia.org/node/712>. Acesso em: 18 dez. 2017.

HEUZÉ, V. *et al.* Pigeon pea (*Cajanus cajan*) forage description. *In*: FEEDIPEDIA: an on-line encyclopedia of animal feeds. Paris: INRA, 2016b. Disponível em: <http://www.feedipedia.org/node/22444>. Acesso em: 18 dez. 2017.

HEUZÉ, V. *et al.* Moringa (*Moringa oleifera*) description. *In*: FEEDIPEDIA: an on-line encyclopedia of animal feeds. Paris: INRA, 2016c. Disponível em: <http://www.feedipedia.org/node/124>. Acesso em: 18 dez. 2017.

HEUZÉ, V.; TRAN, G. Leucaena (*Leucaena leucocephala*). *In*: FEEDIPEDIA: an on-line encyclopedia of animal feeds. Paris: INRA, 2015. Disponível em: <https://www.feedipedia.org/node/282>. Acesso em: 18 dez. 2017.

HEUZÉ, V.; TRAN, G. Cassava leaves and foliage. *In*: FEEDIPEDIA: an on-line encyclopedia of animal feeds. Paris: INRA, 2016. Disponível em: <https://www.feedipedia.org/node/528>. Acesso em: 18 dez. 2017.

HEUZÉ, V.; TRAN, G.; LEBAS, F. Maize grain. *In*: FEEDIPEDIA: an on-line encyclopedia of animal feeds. Paris: INRA, 2017. Disponível em: <https://www.feedipedia.org/node/556>. Acesso em: 18 dez. 2017.

INE – INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA. **Censo Agro-Pecuário CAP 2009-2010**: resultados preliminares: Moçambique. Maputo: INE, 2011. Disponível em: [http://www.fao.org/fileadmin/templates/ess/ess\\_test\\_folder/World\\_Census\\_Agriculture/Country\\_info\\_2010/Reports/Mozambique\\_2010CAP\\_VF.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/ess/ess_test_folder/World_Census_Agriculture/Country_info_2010/Reports/Mozambique_2010CAP_VF.pdf). Acesso em: 9 jun. 2017.

INRA. CIRAD. AFZ. **INRA- CIRAD- AFZ feed tables**: composition and nutritional value of feed materials: pigs poultry, cattle, sheep, goats, rabbits, horses and salmonids.

Paris: INRA, CIRAD, AFZ, 2017. Disponível em: <https://www.feedtables.com/>. Acesso em: 16 out. 2018.

ISLAMI, T.; HOWELER, R. H. Cassava forages production for animal feeds in cassava based intercropping system. **Journal of Advanced Agricultural Technologies**, Jinju, v. 3, n. 2, p. 3/6, 2016.

JONES, R. M.; BUNCH, G. A. Long-term records of legume persistence and animal production from pastures based on safari Kenya clover and leucaena in subtropical coastal Queensland. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**, Cali, v. 29, p. 74–80, 1995.

KAVISHE, I. B.; CHENYAMBUGA, S. W.; DIERENFELD, E. S. Effects of replacing maize bran with sun dried sisal wastes in supplementary diets on growth performance of growing beef cattle. **Livestock Research for Rural Development**, Cali, v. 29, n. 6, 2017.

KIWIA, A. *et al.* Coppicing improved fallows are profitable for maize production in striga infested soils of western Kenya. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 76, n. 2, p. 455–465, 2009.

LEDEA-RODRÍGUEZ, J. L. *et al.* Rendimiento forrajero y sus componentes según la frecuencia de corte de Moringa oleifera, variedad Criolla. **Agronomía Mesoamericana**, San Pedro, v. 29, n. 2, p. 425-431, 2018.

LIMSILA, A. *et al.* Cassava leaf production research in Thailand. *In*: HOWELER, R.H. (ed.). **Cassava research and development in Asia**: exploring new opportunities for an ancient crop. Cali: CIAT, 2012. p. 472-480. Trabalho apresentado no 7. Regional Workshop, realizado em Bangkok, Thailand, 2012.

LOPES, L. S. *et al.* Viabilidade econômica da terminação de novilhos Nelore e Red Norte em confinamento na região de Lavras-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 4, p. 774–780, 2011.

LOPES, M. A. *et al.* Efeito do ganho de peso na terminação em confinamento de bovíos de corte. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 14, n. 1, p. 135–141, 2008.

LESOSKY, M. *et al.* A live weight–heart girth relationship for accurate dosing of east African shorthorn zebu cattle. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburgh, v. 45, n. 1, p. 311–316, 2013.

MAASDORP, B. V.; TITTERTON, M. Nutritional improvement of maize silage for dairying: Mixed crop silages from sole and intercropped legumes and a long season variety of maize. 2. Ensilage. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 69, n. 1/3, p. 263–270, 1997.

MACIEL, S. *et al.* The effect of geographical region of birth on the reproductive performance of the Nguni in southern Mozambique. **South African Journal of Animal Science**, Pretoria, v. 43, n. 5, p. 60–63, 2013.



MASIKATI, P. **Improving the water productivity of integrated crop-livestock systems in the semi-arid tropics of Zimbabwe: an ex-ante analysis using simulation modeling.** 2010. Dissertation (Doktor der Agrarwissenschaften) - Hohen Landwirtschaftlichen Fakultät, Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn, 2010.

MCCARL, B. A. Model validation: an overview with some emphasis on risk model. **Review of Marketing and Agricultural Economics**, Sydney, v. 52, n. 3, p. 153–173, 1984.

MENDIETA-ARAICA, B. *et al.* Moringa (*Moringa oleifera*) leaf meal as a source of protein in locally produced concentrates for dairy cows fed low protein diets in tropical areas. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 137, n. 1/3, p. 10–17, 2011.

MENDIETA-ARAICA, B. *et al.* Biomass production and chemical composition of *Moringa oleifera* under different planting densities and levels of nitrogen fertilization. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 87, n. 1, p. 81–92, 2013.

MLAY, P. S. *et al.* The effect of maize bran or maize bran mixed with sunflower cake on the performance of smallholder dairy cows in urban and peri-urban area in Morogoro, Tanzania. **Livestock Research for Rural Development**, Cali, v. 17, n. 1, 2005.

MMBENGWA, V. *et al.* Communal livestock farming in South Africa: Does this farming system create jobs for poverty stricken rural areas? **Sylvan Journal**, Warszawa, v. 159, n. 10, p. 176–192, 2015.

MOÇAMBIQUE. Ministério da Administração Estatal. **Perfil do Distrito de Angónia: Província de Tete.** Maputo: Ministério da Administração Estatal, 2014. Disponível em: [www.tete.gov.mz/por/content/download/5140/37175/version/1/file/Angonia.pdf](http://www.tete.gov.mz/por/content/download/5140/37175/version/1/file/Angonia.pdf). Acesso em: 13 jul. 2018.

MUINGA, R. W.; SAHA, H. M.; MUREITHI, J. G. The effect of mucuna (*Mucuna pruriens*) forage on the performance of lactating cows. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, Yucatan, v. 1, p. 87–91, 2003.

MURUNGWENI, C.; MABUKU, O.; MANYAWU, G. J. Mucuna, Lablab and Paprika calyx as substitutes for commercial protein sources used in dairy and pen-fattening diets by smallholder farmers of Zimbabwe. *In*: WHITBREAD, A.; PENGELLY, B.C. (ed.). **Tropical legumes for sustainable farming systems in Southern Africa and Australia.** Canberra: ACIAR, 2004. p. 126-135. (Proceedings, n. 115).

NHANTUMBO, G. E. Algumas considerações sobre a bovinocultura e criação de pequenos ruminantes na Angónia e em Marara. *In*: SEMINÁRIO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1985, Maputo. **Anais** [...]. Maputo: INIA, 1985. p.115-121.

NOUALA, F. S. *et al.* Feed intake and digestion by two cattle breeds fed of baby corn stovers and groundnut hay supplemented with graded levels of concentrate and Moringa leaves. **Livestock Research for Rural Development**, Cali, v. 21, n. 10, 2009.

NOUEL, G.; COMBELLAS, J. Live weight gain of growing cattle offered maize meal or citrus pulp as supplements to diets based on poultry litter and restricted grazing of low quality pastures. **Livestock Research for Rural Development**, Cali, v. 11, n. 1, 1999.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7. ed. Washington, DC: National Academy Press, 1996.

ODHIAMBO, J. J.; OGOLA, J. B.; MADZIVHANDILA, T. Effect of green manure legume - maize rotation on maize grain yield and weed infestation levels. **African Journal of Agricultural Research**, [Kenya], v. 5, n. 8, p. 618–625, 2010.

OTTO, F. *et al.* Biochemical blood profile of Angoni cattle in Mozambique. **Israel Journal of Veterinary Medicine**, Tel-Aviv, v. 55, n. 3, p. 1–9, 2000.

PACHECO, P. S. *et al.* Análise econômica da terminação de novilhos em confinamento recebendo diferentes proporções de cana-de-açúcar e concentrado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 999–1012, 2014.

PIMENTEL, P. *et al.* Supplementary feeding increases live weight gain of angoni cattle during the dry season in Mozambique. **Livestock Research for Rural Development**, Cali, v. 23, n. 6, p. 124, 2011.

POPPI, D. P. *et al.* Challenges of beef cattle production from tropical pastures. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 47, [art.] e20160419, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v47/1806-9290-rbz-47-e20160419.pdf>. Acesso em: 29 dez. 2018.

PRIYANTI, A. *et al.* Economic analysis of on-farm feeding strategies to increase post-weaning live weight gain of Bali calves. *In*: THE INTERNATIONAL SEMINAR ON TROPICAL ANIMAL PRODUCTION, 5, 2010, Yogyakarta, Indonesia. **Proceedings** [...]. Yogyakarta, Indonesia: Community Empowerment and Tropical Animal Industry, 2010. p. 702-708.

QUIGLEY, S. *et al.* **Strategies to increase growth of weaned Bali calves**. Canberra: ACIAR, 2009.

RADRIZZANI, A. *et al.* survey of long-term productivity and nutritional status of *Leucaena leucocephala*- grass pastures in subtropical Queensland. **Animal Production Science**, Collingwood, v. 56, n. 12, p. 2064–2073, 2016.

RADRIZZANI, A.; KRAVCHUK, O.; SHELTON, M. H. A grazier survey of the long-term productivity of leucaena (*Leucaena leucocephala*)-grass pastures in Queensland. **Animal Production Science**, Collingwood, v. 50, p. 105–113, 2010.

RADRIZZANI, A.; NASCA, J. A. The effect of *Leucaena leucocephala* on beef production and its toxicity in the Chaco Region of Argentina. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**, Cali, v. 2, p. 127–129, 2014.

RAO, S. C. *et al.* Potential grain and forage production of early maturing Pigeonpea in the southern great plains. **Crop Science**, Madison, v. 43, n. 6, p. 2212–2217, 2003.

ROCHA, A.; STARKEY, P.; DIONÍSIO, A. C. Cattle production and utilisation in smallholder farming systems in southern Mozambique. **Agricultural Systems**, Essex, v. 37, p. 55–75, 1991.

SÁNCHEZ, N. R.; SPÖRNDLY, 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**, Amsterdam, v. 101, n. 1/3, p. 24–31, 2006.

SANWAL, C. S. *et al.* Performance of *Mucuna pruriens* under Chirpine (*Pinus roxburghii*) plantation of id Hills of Western Himalayas. **Agricultural Research & Technology: Open Access Journal**, Califórnia, v. 1, n. 2, p. 1–5, 2016.

SARGENT, R. G. Verification and validation of simulation models. *In*: 2009 WINTER SIMULATION CONFERENCE, 2009, Austin. **Proceedings** [...]. Austin: IEEE, 2009. p. 162-176.

SARGENT, R. G. Verification and validation of simulation models. *In*: 2011 WINTER SIMULATION CONFERENCE, 2011, Syracuse. **Proceedings** [...]. Syracuse: IEEE, 2011. p. 183-198.

SARTORELLO, G. L.; BASTOS, J. P. S. T.; GAMEIRO, A. H. Development of a calculation model and production cost index for feedlot beef cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 47, [art.] e20170215, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v47/1806-9290-rbz-47-e20170215.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2018.

SHANE, D. D. *et al.* A deterministic, dynamic systems model of cow-calf production : The effects of the duration of postpartum anestrus on production parameters over a 10-year horizon. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 95, n. 4, p. 1680–1695, 2017.

SHELTON, M.; DALZELL, S. Production, economic and environmental benefits of leucaena. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**, Cali, v. 41, p. 174–190, 2007.

SHI, F. H. *et al.* Effects of partial or total replacement of maize with alternative feed source on digestibility, growth performance, blood metabolites and economics in limousin crossbred cattle. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Seoul, v. 27, n. 10, p. 1443–1451, 2014.

SILVA, A. H. G. *et al.* Milheto em substituição ao milho na dieta de novilhos confinados. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 2077–2094, 2014.

SMITH, O.B. A review of ruminant to cassava-based diets. *In*: HAHN, S.K.; REYNOLDS, L.; EGBUNIKE, G.N. (ed.). **Cassava as livestock feed in Africa**. Ibadan: IITA/ILCA, 1988. p.39-53. Trabalho apresentado em evento do IITA/ILCA realizado em Ibadan, Nigéria em 1988.

SOUSA, J. C. **Formulação de misturas minerais para bovinos de corte**. Campo Grande: EMBRAPA, 1985. (Circular técnica,19).

TAHIR, M. I. *et al.* Comparative evaluation of maize bran, wheat bran and rice bran on milk production of Holstein Friesian cattle. **International Journal of Agricultural and Biology**, Faisalabad, v. 4, n. 4, p. 559–560, 2002.

TD SOFTWARE. **Super Crac bovinos de corte 4.9**. Viçosa, 2010. Disponível em: <http://www.agropecuaria.inf.br>. Acesso em: 16 abr. 2018.

TIMBERLAKE, J.; JORDÃO, C. Inventory of feed resources for small-scale livestock production in Mozambique. *In*: **Animal feed resources for small-scale livestock producers**: proceedings of the second PANESA workshop, held in Nairobi, Kenya, 11-15 November 1985. Nairobi: FAO, 1985. Disponível em: <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/49993/x5548e.pdf?sequence=1>. Acesso em: 4 jan. 2018.

TIMBERLAKE, J. R.; REDDY, S. J. **Potential pasture productivity and livestock carrying capacity over Mozambique**. Maputo: Instituto Nacional de Investigação Agronómica, 1986. (Série Terra e Água. Comunicação, 49).

TINGA, B. *et al.* **Manejo animal**: relatório técnico sobre análise do efeito de blocos de ureia-melaço no ganho de peso em bovinos nos distritos de Xai-Xai e Chicualacuala. Maputo: CGIAR, 2014.

TINGA, B. I.; CHIMBALAMBALA, A. H. Improved dry season feed supplementation for small scale cattle production in Mozambique. **Dynamic Journal of Animal Science and Technology**, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 10–16, June 2016.

UAILA, R. D. An outlook for animal production in Mozambique with brief emphasis on dry season feeding strategies for cattle. *In*: HOLNESS, D.H. (ed.). **Strategies for dry season feeding of animals in central and southern Africa**. Harare, Zimbabwe: ZSAP/FAO, 1999. Trabalho apresentado no ZSAP/FAO Workshop realizado em Harare, Zimbabwe, 1999.

VERNOOIJ, A.; DOS ANJOS, M.; MIERLO, J. **Livestock development in the Zambezi Valley, Mozambique**: poultry, dairy and beef production: description of the current situation and emerging opportunities. Wageningen: Wageningen University & Research/ Centre for Development Innovation, 2016. (Report CDI-16-027).

WAGEINDICATOR FOUNDATION. **Salário mínimo – Moçambique**: salário mínimo em Moçambique, a partir de 01-04-2018 a 31-03-2019. Amsterdam, 2019. Disponível em: <https://meusalario.org/mocambique/salario/salario-minimo/>. Acesso em: 22 jan. 2019.

WANG, Q. *et al.* Cover crops and organic mulch to improve tomato yields and soil fertility. **Agronomy Journal**, Madison, v. 101, n. 2, p. 345–351, 2009.

WONG, C. C.; SHARUNDIN, M. A. M. Forage productivity of three fodder shrubs in Malaysia. **MARDI Research Bulletin**, Serdang, v. 14, n. 2, p. 178-188, 1986.

WORLD VISION INTERNATIONAL. **Livestock industry in Mozambique reels from El Nino**. Middlesex, 2016. Disponível em: <https://www.wvi.org/el-ni%C3%B1o-disaster/article/livestock-industry-mozambique-reels-el-nino>. Acesso em: 23 nov. 2018.

ZHENG, Y.; ZHANG, Y.; WU, J. Yield and quality of *Moringa oleifera* under different planting densities and cutting heights in southwest China. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 91, p. 88–96, 2016.

## 9 ANEXOS

### **GUIDE FOR AUTHORS** - *Livestock Science* - ISSN: 1871-1413

#### ARTICLE STRUCTURE

Manuscripts should have numbered lines, with wide margins and double spacing throughout, i.e. also for abstracts, footnotes and references. Every page of the manuscript, including the title page, references, tables, etc., should be numbered. However, in the text no reference should be made to page numbers; if necessary, one may refer to sections. Avoid excessive usage of italics to emphasise part of the text.

#### **Manuscripts in general should be organised in the following order:**

- Title should be clear, descriptive and not too long
- Abstract
- Keywords (indexing terms)
- Introduction
- Material studied, area descriptions, methods, techniques
- Results
- Discussion
- Conclusion
- Acknowledgment and any additional information concerning research grants, and so on
- References
- Figure captions
- Figures (separate file(s))
- Tables (separate file(s))

Pdf-files for text and tables cannot be used for production purposes. You are kindly requested to upload the text pages and references as a word processor file (Word, Wordperfect, Open Office, rtf). Line numbers are mandatory for the text file. The tables can be part of this file or can be uploaded as one or more separate files. Tables can also be uploaded as separate spreadsheet files. Line numbers are not needed on pages with tables or figures.

#### **Essential title page information**

- Title. Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- Author names and affiliations. Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- Corresponding author. Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. Ensure that the e-mail

address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.

- Present/permanent address. If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

## **Abstract**

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

The abstract should not be longer than 400 words.

### *Graphical abstract*

Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. You can view Example Graphical Abstracts on our information site.

Authors can make use of Elsevier's Illustration Services to ensure the best presentation of their images and in accordance with all technical requirements.

### *Highlights*

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). You can view example Highlights on our information site.

## **Keywords**

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

#### Nomenclature and units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other quantities are mentioned, give their equivalent in SI. You are urged to consult IUB: Biochemical Nomenclature and Related Documents for further information.

Authors and Editors are, by general agreement, obliged to accept the rules governing biological nomenclature, as laid down in the International Code of Botanical Nomenclature, the International Code of Nomenclature of Bacteria, and the International Code of Zoological Nomenclature.

All biotica (crops, plants, insects, birds, mammals, etc.) should be identified by their scientific names when the English term is first used, with the exception of common domestic animals. All biocides and other organic compounds must be identified by their Geneva names when first used in the text. Active ingredients of all formulations should be likewise identified.

#### Math formulae

Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in line with normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g.,  $X/Y$ . In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

Equations should be numbered serially at the right-hand side in parentheses. In general only equations explicitly referred to in the text need be numbered.

The use of fractional powers instead of root signs is recommended. Powers of e are often more conveniently denoted by exp.

Levels of statistical significance which can be mentioned without further explanation are \* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$  and \*\*\* $P < 0.001$ .

In chemical formulae, valence of ions should be given as, e.g.  $\text{Ca}^{2+}$ , not as  $\text{Ca}^{++}$ .

Isotope numbers should precede the symbols, e.g.  $^{18}\text{O}$ .



The repeated writing of chemical formulae in the text is to be avoided where reasonably possible; instead, the name of the compound should be given in full. Exceptions may be made in the case of a very long name occurring very frequently or in the case of a compound being described as the end product of a gravimetric determination (e.g. phosphate as P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

#### Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many word processors can build footnotes into the text, and this feature may be used. Otherwise, please indicate the position of footnotes in the text and list the footnotes themselves separately at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

### Artwork

#### Electronic artwork

##### General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.
- Submit each illustration as a separate file.

A detailed guide on electronic artwork is available.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

#### Formats

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format.

Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

#### **Please do not:**

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

### Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article. Please indicate your preference for color: in print or online only. Further information on the preparation of electronic artwork.

### Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

### References

References concerning unpublished data and "personal communications" should not be cited in the reference list but may be mentioned in the text.

#### Data references

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

#### Reference management software

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support Citation Style Language styles, such as Mendeley. Using citation plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide. If you use reference management software, please ensure that you remove all field codes before submitting the electronic manuscript. More information on how to remove field codes from different reference management software.

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link:

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/livestock-science>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plug-ins for Microsoft Word or LibreOffice.

## Reference style

Text: All citations in the text should refer to:

1. Single author: the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
2. Two authors: both authors' names and the year of publication;
3. Three or more authors: first author's name followed by '*et al.*' and the year of publication.

Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references can be listed either first alphabetically, then chronologically, or vice versa.

Examples: 'as demonstrated (Allan, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones, 1999)...  
Or, as demonstrated (Jones, 1999; Allan, 2000)... Kramer *et al.* (2010) have recently shown ...'

List: References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2010. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.Sc.2010.00372>.

Reference to a journal publication with an article number:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2018. The art of writing a scientific article. *Heliyon.* 19, e00205. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00205>.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 2000. *The Elements of Style*, fourth ed. Longman, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*. E-Publishing Inc., New York, pp. 281–304.

Reference to a website:

Cancer Research UK, 1975. Cancer statistics reports for the UK. <http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/> (accessed 13 March 2003).

Reference to a dataset:

[dataset] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., Nakashizuka, T., 2015. Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions. *Mendeley Data*, v1. <https://doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

Journal abbreviations source

Journal names should be abbreviated according to the List of Title Word Abbreviations.

## Video

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit

with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. . In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the file in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 150 MB per file, 1 GB in total. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect. Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our video instruction pages. Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

### **Data visualization**

Include interactive data visualizations in your publication and let your readers interact and engage more closely with your research. Follow the instructions here to find out about available data visualization options and how to include them with your article.

### **Supplementary material**

Supplementary material such as applications, images and sound clips, can be published with your article to enhance it. Submitted supplementary items are published exactly as they are received (Excel or PowerPoint files will appear as such online). Please submit your material together with the article and supply a concise, descriptive caption for each supplementary file. If you wish to make changes to supplementary material during any stage of the process, please make sure to provide an updated file. Do not annotate any corrections on a previous version. Please switch off the 'Track Changes' option in Microsoft Office files as these will appear in the published version.

### **Research data**

This journal encourages and enables you to share data that supports your research publication where appropriate, and enables you to interlink the data with your published articles. Research data refers to the results of observations or experimentation that validate research findings. To facilitate reproducibility and data reuse, this journal also encourages you to share your software, code, models, algorithms, protocols, methods and other useful materials related to the project.

Below are a number of ways in which you can associate data with your article or make a statement about the availability of your data when submitting your manuscript. If you are sharing data in one of these ways, you are encouraged to cite the data in your manuscript and reference list. Please refer to the "References" section for more information about data citation. For more information on depositing, sharing and using research data and other relevant research materials, visit the research data page.

Data linking

If you have made your research data available in a data repository, you can link your article directly to the dataset. Elsevier collaborates with a number of repositories to link articles on ScienceDirect with relevant repositories, giving readers access to underlying data that gives them a better understanding of the research described.

There are different ways to link your datasets to your article. When available, you can directly link your dataset to your article by providing the relevant information in the submission system. For more information, visit the database linking page.

For supported data repositories a repository banner will automatically appear next to your published article on ScienceDirect.

In addition, you can link to relevant data or entities through identifiers within the text of your manuscript, using the following format: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

### Mendeley Data

This journal supports Mendeley Data, enabling you to deposit any research data (including raw and processed data, video, code, software, algorithms, protocols, and methods) associated with your manuscript in a free-to-use, open access repository. During the submission process, after uploading your manuscript, you will have the opportunity to upload your relevant datasets directly to Mendeley Data. The datasets will be listed and directly accessible to readers next to your published article online.

For more information, visit the Mendeley Data for journals page.

### Data statement

To foster transparency, we encourage you to state the availability of your data in your submission. This may be a requirement of your funding body or institution. If your data is unavailable to access or unsuitable to post, you will have the opportunity to indicate why during the submission process, for example by stating that the research data is confidential. The statement will appear with your published article on ScienceDirect. For more information, visit the Data Statement page.

### Online proof correction

Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our online proofing system, allowing annotation and correction of proofs online. The environment is similar to MS Word: in addition to editing text, you can also comment on figures/tables and answer questions from the Copy Editor. Web-based proofing provides a faster and less error-prone process by allowing you to directly type your corrections, eliminating the potential introduction of errors.

If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the PDF version. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF.

We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as

accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

#### Offprints

The corresponding author will, at no cost, receive a customized Share Link providing 50 days free access to the final published version of the article on ScienceDirect. The Share Link can be used for sharing the article via any communication channel, including email and social media. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's Webshop. Corresponding authors who have published their article gold open access do not receive a Share Link as their final published version of the article is available open access on ScienceDirect and can be shared through the article DOI link.

## 10 VITA

Télis Adolfo Cumbe, filho de Adolfo Raúl Cumbe e de Joana Xavier Inguana, nascido na cidade de Chimoio, Moçambique (MZ) ao 13 de outubro de 1990. Iniciou o ensino Primário em 1997 na Escola Primária 7 de Abril e terminou o ensino médio (12<sup>a</sup> classe) na Escola Secundária Pré-Universitária Samora Moisés Machel na cidade de Chimoio.

Em 2010 ingressou no curso de Engenharia Agropecuária, na especialidade de produção Animal, na Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Zambeze, MZ e concluiu no dia 18 de novembro de 2014. Em fevereiro de 2015, ingressou com docente na categoria de Assistente Estagiário na mesma universidade.

Em abril de 2017 ingressou no Programa de Pós-graduação em Zootecnia, vinculado à Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob orientação do Professor Dr. Júlio Otávio Jardim Barcellos, com bolsa de estudos concedida pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, Ensino Superior e Técnico Profissional de Moçambique (MCTESTP).