



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ - UESPI
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CCA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**AVALIAÇÃO PRODUTIVA E ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE SILAGENS DE
CAPIM MOMBAÇA E SORGO**

LUANA LETÍCIA CAMPELO TORRES

TERESINA - PI

2025

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ - UESPI
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CCA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o Trabalho de Conclusão de Curso, modalidade Artigo Científico em ____ / ____ / ____.

**AVALIAÇÃO PRODUTIVA E ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE SILAGENS DE
CAPIM MOMBAÇA E SORGO**

Elaborado por
LUANA LETÍCIA CAMPELO TORRES

como requisito para obtenção do título de
Zootecnista

COMISÃO EXAMINADORA:

Dr. Maurílio Souza dos Santos Couto
Presidente

Dr Mérik Rocha Silva
Membro

Dr Luis Gonzaga Medeiros Figueiredo Júnior
Membro

Agradecimentos

Agradeço a Deus e à divina Santa Cruz dos milagres, que me deram forças para trilhar o caminho da graduação e superar todas as dificuldades enfrentadas com êxito e coragem, sem desistir.

Agradeço aos meus pais, Zenilde Campelo e Ivaldo Torres, a quem eu dedico inteiramente este trabalho, pois foi por todo o esforço e empenho que eles tiveram que me fizeram chegar até aqui e alcançasse o tão sonhado curso superior. Todo o esforço feito durante os cinco anos de graduação foi pensando neles e por eles, com o intuito de sempre deixá-los orgulhosos ao ver que todo o esforço que tiveram foi válido.

Agradeço aos meus avós que mesmo não estando mais fisicamente presentes, continuam vivos em minhas lembranças e no legado de amor e valores que deixaram. Espero que, onde quer que estejam, sintam orgulho do caminho que estou trilhando, pois foi pelo sonho de ver alguém da família formada que tive ainda mais forças em concluir este ciclo e honrar esse desejo e celebrar sua influência em minha jornada.

Agradeço ao meu noivo Marcos Vicente, que me deu todo o apoio durante esse período, que tanto ouviu minhas lamentações diante das dificuldades, mas que sempre me apoiou, me aconselhou sabiamente e deu todo o suporte para que eu conseguisse me reerguer.

Agradeço à minha amiga, Ana Paula, que enfrentou todos os desafios comigo durante a graduação, sempre ouvindo as dificuldades uma da outra, compartilhando as lamentações, as lágrimas derramadas, mas também aconselhando com sabedoria.

Agradeço às minhas amigas Ayrlane, Lívia e Ana Lídia que fizeram esses 5 anos serem mais leves e cada dia da graduação serem únicos e maravilhosos.

Agradeço ao Professor Maurílio por ter me orientado sabiamente, aos demais professores do curso pelos ensinamentos que me ajudaram a me tornar uma excelente profissional, e agradeço aos demais colegas da turma pelo companheirismo e pela união durante os cinco anos, que sempre guardarei na memória com respeito e gratidão.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	6
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	8
2.1 Caracterização da propriedade rural.....	8
2.2 Descrição das culturas e manejo agronômico.....	8
2.3 Levantamento econômico.....	12
2.4 Apoio digital e uso de inteligência artificial.....	14
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
3.1- Análise de massa de forragem.....	15
3.2 Análise econômica.....	15
4 CONCLUSÕES.....	21
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22

AVALIAÇÃO PRODUTIVA E ECONÔMICO DA PRODUÇÃO DE SILAGENS DE CAPIM MOMBAÇA E SORGO¹

Luana Letícia Campelo Torres²
Maurílio Souza dos Santos Couto³

Resumo: Objetivou-se comparar a produção e viabilidade econômica da silagem de capim Mombaça e de sorgo, analisando a produtividade das culturas em diferentes parcelas e o custo de produção de ambas. Foram analisadas a produção, o manejo agronômico e os custos de insumos, mecanização e mão de obra, considerando fatores como clima, fertilidade do solo e produtividade. O estudo caracterizou-se como análise descritiva. A metodologia para a análise financeira foi considerado os indicadores econômicos, conforme metodologia sugerida pelo instituto de economia agrícola que considera as seguintes variáveis: Custo operacional efetivo(COE), custo operacional total (COT); custo total de produção (CTP); receita bruta (RB); lucro operacional (LO); lucro unitário (LU); retorno sobre o investimento (ROI); ponto de equilíbrio (PE); prazo de retorno (payback); análise econômica projetada (VPL e TIR). Esse referencial metodológico é adaptado por diversos autores em estudos de viabilidade econômica de culturas forrageiras. A silagem de capim mombaça apresentou menor custo de produção e maior retorno, com um índice de lucratividade de 66,04% contra 31,31% da silagem de sorgo. O período de retorno financeiro da silagem de capim Mombaça foi significativamente mais curto com 15,78 meses do que o da cultura da silagem de sorgo com 33,92 meses. O estudo evidenciou que o capim mombaça tem uma vantagem econômica e rápida recuperação do investimento, enquanto o sorgo, apesar de seu valor nutricional superior, demanda maior capital inicial e um retorno mais prolongado.

Palavras-chave: Custo operacional; custo de produção, lucratividade .

¹ Artigo apresentado ao Curso de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias (CCA), da Universidade Estadual do Piauí (UESPI), como requisito final para a obtenção do título de Zootecnista.

Data de submissão à Universidade: 17/06/2025.

² Aluno do Curso de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias (CCA), da Universidade Estadual do Piauí (UESPI), Teresina-PI. E-mail: luanatorres@aluno.uespi.br

³ Professor do Centro de Ciências Agrárias (CCA), da Universidade Estadual do Piauí – UESPI, Doutor em Ciência Animal.

PRODUCTIVE AND ECONOMIC EVALUATION OF MOMBAÇA GRASS AND SORGHUM SILAGE PRODUCTION

Abstract: The objective of this study was to compare the production and economic viability of Mombaça grass and sorghum silage, analyzing the productivity of the crops in different plots and the production cost of both. The production, agronomic management and costs of inputs, mechanization and labor were analyzed, considering factors such as climate, soil fertility and productivity. The study was characterized as a descriptive analysis. The methodology for the financial analysis was considered the economic indicators, according to the methodology suggested by the Institute of Agricultural Economics, which considers the following variables: Effective operating cost (COE), total operating cost (COT); total production cost (CTP); gross revenue (RB); operating profit (LO); unit profit (LU); return on investment (ROI); break-even point (PE); return period (payback); projected economic analysis (NPV and IRR). This methodological framework is adapted by several authors in studies of economic viability of forage crops. Mombaça grass silage had a lower production cost and higher return, with a profitability index of 66.04% compared to 31.31% for sorghum silage. The payback period for Mombaça grass silage was significantly shorter at 15.78 months than that for sorghum silage at 33.92 months. The study showed that Mombaça grass has an economic advantage and a quick recovery of the investment, while sorghum, despite its superior nutritional value, requires greater initial capital and a longer return.

Keywords: *Operating cost; production cost, profitability.*

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de carne bovina do mundo, segundo o IBGE (2025), o abate de bovinos registrou alta de 15,2% em 2024 e chegou a 39,27 milhões de cabeças abatidas, 5,17 milhões de cabeças a mais do que em 2023. Esse é o maior resultado obtido na série histórica da pesquisa. Desse modo, para garantir a produção em larga escala, são necessárias estratégias de produção de alimento para suprir as necessidades dos rebanhos, principalmente nos períodos de escassez de alimentos.

O país possui um modelo de produção de bovinos em sua maior parte a pasto, de acordo com a Embrapa cerca de 95% da carne bovina é produzida em regime de pastagens, cuja área total é de cerca de 167 milhões de hectares (EMBRAPA, s.d.). Apesar disso, o número de bovinos confinados no Brasil tem aumentado significativamente nos últimos anos. Em 2023, esse número foi estimado em 6,5 milhões de cabeças, representando um crescimento de 5% em relação ao ano anterior (ABIEC, 2023).

Para consolidar o crescimento do confinamento, a disponibilidade de um estoque alimentar é fundamental, e o processo de ensilagem tem como objetivo preservar o valor nutritivo dos alimentos, minimizando perdas para o seu uso futuro, podendo ser utilizada por longos períodos (CANDIDO, 2020). Nesse sentido, estudo publicado por Silvestre e Millen (2021), os nutricionistas da área animal no Brasil têm priorizado a utilização de silagem de milho, sendo adotada por 69,4% dos pesquisados. No entanto, as silagens de capim e de sorgo são utilizadas por, 27,8% e 13,9% pelos zootecnistas da nutrição animal. Essas silagens, embora de menor valor nutritivo que a de milho, geralmente apresentam custo de produção menor, sendo interessantes em situações particulares.

O sorgo (*Sorghum bicolor*[L.] Moench) e o capim mombaça (*Megathyrsus maximus*) apresentam características agronômicas diferentes, mas são duas plantas que são favoráveis ao processo de ensilagem. O sorgo é uma espécie de relevante importância para o Brasil, onde a área cultivada foi cerca de 1,3 milhão de hectares com produção de aproximadamente 4,5 milhões de toneladas no ano de 2023 (IBGE,2025). O sorgo é uma planta de origem tropical do tipo C4 que se caracteriza por ser bastante energético, com alta digestibilidade, possui uma alta produção de matéria seca por hectare, alta resistência a climas secos e solos com baixa

fertilidade, sendo indicado como produção de silagem na região nordeste, além de ter a possibilidade de se utilizar a rebrota (SOUZA *et al*, 2003). O uso da cultura de sorgo para ensilagem, no Brasil, surgiu a partir da introdução de variedades de porte alto, com alta produtividade de massa verde e vem se tornando cada vez mais utilizada em diversas propriedades, principalmente em substituição ao milho (CÂNDIDO *et al*, 2020).

Já o capim mombaça é uma gramínea perene de metabolismo do tipo C4 com grande potencial para produção em regiões semiáridas, tem um boa produção de massa verde podendo render até quatro colheitas por ano, com uma produção total que chega a cerca de 40 toneladas por corte (ARRUDA, 2017). Apesar da sua grande produção de massa verde, ainda sim necessita de atenção pois dificilmente atingem o teor ideal de matéria seca (MS) (DENISE, 2021). Com os sucessivos cortes ocorrem mudanças morfológicas e bromatológicas nas gramíneas, como a redução dos teores de proteína bruta, digestibilidade da matéria seca e aumento da fração fibrosa, sendo fatores que podem alterar o valor nutritivo da forragem e consequentemente afetar na produção e valor econômico (TOMAZ, 2017).

Levando em consideração que cada propriedade tem suas particularidades em relação ao custo de produção, torna-se dever do produtor rural avaliar os custos de cada operação realizada na propriedade e assim facilitar a tomada de decisão (SOUZA, 2012). Sabe-se que o mercado sofre variações de preços ao decorrer do ano e isso impacta diretamente na produção. Em relação a silagem de sorgo e capim mombaça as duas culturas apresentam diferenças na sua produção e confecção de silagem, e a análise das duas culturas individualmente proporciona ponderar como as duas culturas se diferenciam economicamente. Para a viabilidade econômica de empreendimentos rurais é necessário minimizar custos e combinar fatores de produção, com alocação eficiente de recursos (SINHA, 2023).

Portanto este trabalho tem como objetivo comparar a produção e viabilidade econômica da silagem de capim Mombaça e de sorgo, analisando a produtividade das culturas em diferentes parcelas e o custo de produção de ambas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da propriedade rural

O estudo caracteriza-se como um estudo de caso único, com abordagem quantitativa (YIN, 2015) e a pesquisa foi elaborada na Fazenda Sangradouro do município de Teresina/PI, nas seguintes coordenadas geográficas 5°08'05.9"S 42°42'43.6"W. O clima da região é classificado como tropical quente semiárido (clima Aw, segundo a classificação de Köppen). Esse clima é caracterizado por altas temperaturas durante o ano todo, com um período de chuvas concentrado nos meses de inverno (de novembro a abril), e um longo período seco, especialmente no restante do ano. A temperatura média anual gira em torno de 28°C, com mínimas em torno de 22°C e máximas podendo ultrapassar os 40°C em alguns dias (WEATHER SPARK, 2025). O solo possui as características de textura argilosa e arenosa, com tendência à acidez.

2.2 Descrição das culturas e manejo agronômico

O plantio do sorgo foi realizado em 20/01/2025 em uma área de 32 ha (figura 1) utilizando sementes da variedade SSG 150. Para correção e adubação do solo foram utilizados os insumos conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Insumos utilizados para o plantio do sorgo.

Insumo	Dose (kg ha ⁻¹)	Aplicação
MAP (fosfato monoamônico)	230	a lanço 10 dias antes do plantio
KCL (cloreto de potássio)	100	a lanço 10 dias antes do plantio
Uréia	200	20 dias após o plantio e 100 kg 50 dias após o plantio
Gesso	500	4 meses antes do plantio
Calcário	2000	6 meses antes do plantio
Semente (Sorgo SSG 150)	3	-

Figura 1- Plantio e colheita do sorgo (A- Plantio; B- colheita)



Fonte: acervo pessoal

Para o controle de plantas daninhas foi realizado um protocolo dos 20 aos 60 dias de plantio (Tabela 2). Para a aplicação dos inseticidas, fungicidas juntamente com adjuvantes e o complexo de micros e macros + hormônios, foi utilizado o drone agrícola.

Tabela 2. Protocolo para controle de plantas daninhas e pragas.

	Insumo	Dose (L ha ⁻¹)
20 dias	Atrazina(herbicida)	3
	Metomyl (inseticida)	0,5
	Adjuvante	0,05
	Tormentor(biofungicida)	0,5
40 dias	Energy C4(complexo de macros e micros + hormônios)	0,5
	Metomyl(inseticida)	0,5
	Adjuvante	0,05
60 dias	Metonyl (inseticida)	0,5
	Adjuvante	0,05
	Vírus (baculovírus)	0,05

O sorgo foi colhido aos 90 dias do plantio, com um teor de matéria seca de 30%, sendo utilizado inoculante Silo Guard, composto por aditivos que combatem fungos e bactérias, como *Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium*,

Lactobacillus rhamnosus e *Lactobacillus buchnereri*. A distribuição do inoculante foi realizada pela própria máquina, mecanicamente, e o material colhido foi ensilado em silo tipo trincheira feito em concreto.

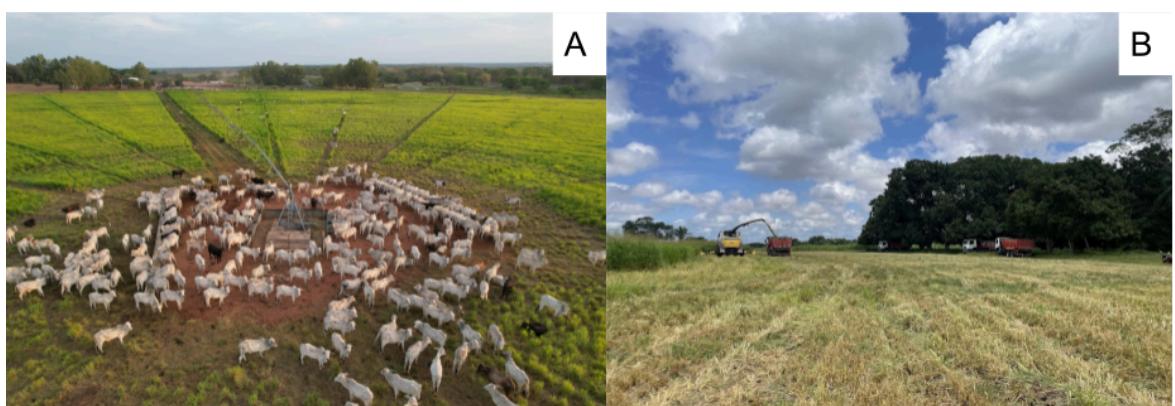
O capim mombaça (32 hectares) já estava com a área plantada e antes de ser realizada a adubação da pastagem, havia animais na área onde recebeu corte de uniformização realizada pelo pastejo e no dia 12/12/2024 foi retirado os animais da área. Aos 25 dias do pastejo foi iniciado os manejos para correção e adubação do solo utilizando os seguintes insumos (Tabela 3).

Tabela 3. Insumos utilizados para a fertilização da área de capim mombaça.

	Insumo	Dose (kg ha ⁻¹)	Aplicação
Diferimento	Esterco bovino fresco	4000	10 antes do diferimento
	calcário	1500	4 meses antes do diferimento
	Ureia	100	30 dias após diferimento

Não foi utilizado nenhum agente químico para o controle de plantas daninhas ou pragas. A colheita foi realizada aos 100 dias (figura 2) quando o capim atingiu um teor de matéria seca de 32%, a colheita foi realizada mecanicamente com forrageira automotriz, e o material colhido foi ensilado em silo tipo trincheira feito em concreto.

Figura 2. Área de capim mombaça. (A- área antes do diferimento; B- Colheita)



Fonte: acervo pessoal

Para a avaliação da massa de forragem (Figura 3), foram coletadas as respectivas alturas do capim e do sorgo em quatro quadrantes, calculando-se a média dessas alturas. A coleta considerou a área de encurvamento foliar do capim como referência, garantindo maior precisão na estimativa da biomassa disponível. A área selecionada para a coleta representa a média das alturas medidas, permitindo uma avaliação mais representativa da estrutura da vegetação. Para a determinação da matéria natural, utilizou-se um quadrado de 1m², com corte realizado a 30 cm de altura, seguindo o padrão utilizado em colheitas mecanizadas.

Figura 3. Avaliação da altura do pasto (A) e coleta de amostra de forragem do capim Mombaça (B)



Fonte: acervo pessoal

Para a avaliação da matéria seca (MS) o material coletado foi moído na própria ensiladeira (colheitadeira) e foi retirado uma amostra de 100 g das duas culturas e com o auxílio de uma airfryer, as amostras foram colocadas no aparelho e permaneceram durante 10 minutos em uma temperatura de 180°C (NUTRON, s.d.).

2.3 Levantamento econômico

A avaliação econômica da produção de silagem de sorgo e capim mombaça foi realizada com base nos custos e receitas observados ao longo do ano agrícola 2024/2025, levando em consideração a realidade produtiva da Fazenda Sangradouro. Os dados utilizados para o levantamento serão obtidos diretamente junto ao produtor, complementados por informações técnicas provenientes de fontes secundárias confiáveis, como CEPEA, CONAB, EMBRAPA, SEBRAE e publicações

científicas da área. Foram considerados os seguintes indicadores econômicos, conforme metodologia sugerida pelo Instituto de Economia Agrícola e adaptada por diversos autores em estudos de viabilidade econômica de culturas forrageiras.

a) Custo Operacional Efetivo (COE):

É a soma dos custos fixos e variáveis diretamente relacionados à operação produtiva.

- **Custos variáveis:** São aqueles que variam conforme o nível de produção, como sementes, fertilizantes, defensivos, combustível, manutenção por hora das máquinas, mão de obra temporária, entre outros.
- **Custos fixos:** São aqueles que ocorrem independentemente do volume produzido, como parte da mão de obra permanente, custos administrativos proporcionais e pequenas manutenções prediais recorrentes.

$COE = \text{Custos Variáveis} + \text{Custos Fixos Diretos}$

b) Custo Operacional Total (COT):

É composto pelo Custo Operacional Efetivo (COE), acrescido da depreciação utilizando o método linear simples com 10% de depreciação por ano de máquinas, benfeitorias e equipamentos, além do pró-labore do produtor, que corresponde à remuneração estimada do seu trabalho na atividade.

$COT = COE + \text{Depreciação} + \text{Pró-labore}$

c) Custo Total de Produção (CTP):

Representa o custo completo da atividade produtiva, incluindo o custo de oportunidade da terra (remuneração alternativa por arrendamento ou uso em outra atividade) e o custo de oportunidade do capital investido na produção.

$CTP = COT + \text{Custo de Oportunidade da Terra} + \text{Custo de Oportunidade do Capital}$

d) Receita Bruta (RB):

Calculada com base no volume total de silagem produzida (toneladas por hectare) multiplicado pelo valor de mercado atribuído à tonelada de silagem. Para

fins de padronização, será adotado o critério técnico de remuneração proporcional ao valor da silagem de milho, com 75% para a silagem de sorgo e 60% para a de capim mombaça, conforme sugerido por Bernardes (2018), que aponta tais percentuais como médias praticadas no setor com base na qualidade nutricional e no custo de produção dessas forrageiras alternativas.

$RB = \text{Produção Total} \times \text{Preço Médio de Venda}$

e) Lucro Operacional e Lucro Unitário (LO e LU):

Apontam o resultado financeiro da atividade após a dedução dos custos totais:

$LO = RB - CTP$

$LU = LO / \text{Produção Total}$

f) Índice de Lucratividade (IL):

Expressa, em termos percentuais, o quanto do valor de venda representa lucro sobre o total recebido.

$IL = (LO / RB) \times 100$

g) Retorno sobre o Investimento (ROI):

Mede o retorno obtido em relação ao capital investido na atividade:

$ROI = (LO / CTP) \times 100$

h) Ponto de Equilíbrio:

Indica a produção mínima necessária para cobrir todos os custos, sem gerar prejuízo:

$PE = CTP / \text{Preço Médio de Venda}$

i) Prazo de Retorno (Payback):

Representa o tempo estimado, em meses, necessário para que o capital investido na implantação da cultura seja recuperado com os lucros obtidos. Esse

cálculo será projetado com base na produtividade média e no fluxo de caixa simplificado da atividade. Todos os índices serão organizados em tabelas comparativas entre as duas culturas, possibilitando avaliar a viabilidade econômica de cada uma.

j) Análise Econômica Projetada (VPL e TIR):

Adicionalmente, foram considerados o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR) como indicadores complementares para avaliar a atratividade econômica das culturas ao longo do tempo. Para isso, projetou-se o fluxo de receitas e custos em um horizonte de três anos, adotando-se uma taxa de desconto de 12% ao ano. Essa taxa foi definida com base na taxa básica de juros (Selic) praticada no Brasil em 2025, acrescida de um fator de risco próprio da atividade agropecuária, conforme recomendação do SEBRAE (2022). O VPL indica o retorno financeiro presente de um fluxo de caixa futuro, enquanto a TIR aponta a taxa de retorno que torna esse VPL igual a zero. Todos os índices serão organizados em tabelas comparativas entre as duas culturas, possibilitando avaliar a viabilidade econômica de cada uma.

2.4 Apoio digital e uso de inteligência artificial

Durante a elaboração deste trabalho, foram utilizadas ferramentas digitais baseadas em inteligência artificial, como o ChatGPT (OpenAI), com a finalidade de auxiliar na organização estrutural do texto acadêmico, no refinamento gramatical, na clareza expositiva e na identificação de fontes relevantes para embasamento bibliográfico. O uso da IA também contribuiu para a interpretação preliminar de resultados econômicos, especialmente na simulação de tabelas comparativas, organização de fórmulas e estruturação lógica dos indicadores financeiros.

É importante ressaltar que toda informação proveniente dessas ferramentas foi cuidadosamente revisada, confrontada com referências científicas reconhecidas e adaptada à realidade do estudo, preservando a responsabilidade e o senso crítico da autora quanto à veracidade e aplicabilidade dos conteúdos utilizados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1- Análise de massa de forragem

As duas culturas passaram por análise de massa de forragem um dia antes do período de colheita. Utilizando um quadrado de dimensões conhecidas de 1 m² a 30 cm de altura (altura de corte pela máquina). Para o capim mombaça a análise de massa verde por ha foi contabilizada no valor de 40 ton/ha, com um teor de matéria seca de 32%.

Já para a cultura do sorgo a análise da quantidade de massa de forragem obteve-se um total de 30t/ha e de matéria seca de 30%. O uso do inoculante teve como objetivo promover uma fermentação mais eficiente, reduzindo o pH da silagem e inibindo o crescimento de microrganismos indesejáveis como enterobactérias e clostrídeos. Segundo Brevant (2025), a produção de sorgo no Brasil tem apresentado um crescimento contínuo, com um aumento significativo na área plantada ao longo das últimas safras, e com esse crescimento as áreas semeadas vem apresentando uma produtividade em média de 32.00kg por hectare, o que dentro dos valores encontrados no estudo de 30 toneladas por hectare de massa verde, está dentro da faixa esperada para a cultura.

3.2 Análise econômica

Entre as duas culturas o sorgo apresentou maiores custos com insumos e semeadura, seguidos pela mecanização, enquanto a área de produção do capim mombaça possui o maior custo em relação a mecanização e mão de obra. Isso demonstra a vantagem técnica da produção de silagens de gramíneas, com a redução de gastos com insumos e alta produção por área, dessa forma o capim acaba se tornando um alimento estratégico para a reserva nutricional do rebanho (GALINDO *et al.*, 2018.)

Em relação aos investimentos necessários para a produção das silagens de sorgo ou de capim Mombaça (tabela 4), foi observado um valor de R\$ 787.370,00 para o sorgo e R\$ 629.470,0 para a produção de capim mombaça. Já o custo com a terra, foi levado em consideração a localização das terras; facilidade de acesso às propriedades, infra-estrutura, valor dos produtos obtidos na propriedade; avanço tecnológico; expansão urbana; topografia; presença de minerais; fertilidade; taxa de

juros e especulação imobiliária (SILVA *et al*,2008.). Chegando em um total de R\$ 214.290,00, com um total do valor por hectare de R\$ 7.143, o valor foi considerado para 40 hectares para o armazenamento de máquinas e equipamentos. Dessa forma os investimentos necessários para a produção de silagem de capim mombaça representam 79,95% do valor para a silagem de sorgo.

Tabela 4- Investimentos necessários para produção das silagens de sorgo ou de capim Mombaça em Teresina-PI

Indicador	Sorgo	Capim Mombaça
Custo com terra		
Área para implantação (40 ha)	R\$ 285.720,00	R\$ 285.720,00
Custo com Máquinas e Equipamentos		
Trator (90 cv)	R\$ 300.000,00	R\$ 300.000,00
Arado	R\$ 60.000,00	R\$ 0,00
Grade	R\$ 52.900,00	R\$ 0,00
Distribuidor de calcário	R\$ 43.750,00	R\$ 43.750,00
Plantadeira	R\$ 45.000,00	R\$ 0,00
Custo total com máquinas	R\$ 501.650,00	R\$ 343.750,00
Investimento total	R\$ 787.370,00	R\$ 629.470,00

A tabela 5 mostra os custos variáveis para a produção de silagem de sorgo e capim mombaça. Os valores apresentados por hectare visam padronizar a análise econômica, permitindo a comparação direta com outros estudos de viabilidade de culturas forrageiras. Essa abordagem também facilita o dimensionamento da produção em propriedades de diferentes tamanhos. Dentro dos insumos, o item de adubos e corretivos juntamente com herbicidas, indicaram maior participação no custo, destacando o sorgo que teve mais aplicações com herbicidas, adubos, fungicidas e corretivos, totalizando em média 33,42% dos custos para a produção da silagem. O maior uso de inseticidas no cultivo do sorgo se deu pelo controle de lagarta cartucho (*Spodoptera frugiperda*). Segundo Richetti e Ceccon (2014), nos custos de produção por etapa do processo produtivo do sorgo, 59,2% dos custos estão relacionados à semeadura, englobando a semente e o tratamento das sementes, juntamente com os inseticidas e adubos.

Já no estudo de caso o valor de 33,42% se deu pelo maior número de aplicações. Em relação ao valor dos custos variáveis para a produção de silagem de capim mombaça 25,30% refere-se a mecanização durante a adubação e colheita, o

investimento inicial para o preparo do solo, calagem e semeadura não foi considerado neste estudo, uma vez que essas práticas não foram realizadas na área pois o capim já estava implantado, contribuindo assim para uma redução do valor econômico para a produção de silagem.

Tabela 5 - Custos variáveis para produção de silagem de sorgo ou de capim Mombaça em Teresina-PI

Indicador	Sorgo		Capim Mombaça	
	Total (30 ha)	por ha	Total (32 ha)	por ha
Adubos, corretivos e sementes	R\$ 92.634,75	R\$ 3.087,83	R\$ 26.100,00	R\$ 815,63
Mecanização	R\$ 39.600,00	R\$ 1.320,00	R\$ 26.700,00	R\$ 834,38
Custo variável (R\$)	R\$ 132.234,75	R\$ 4.407,83	R\$ 52.800,00	R\$ 1.650,00

A tabela 6 apresenta os custos fixos da produção de sorgo ou de capim mombaça. Onde a mão de obra para a produção de sorgo teve um total de R\$ 135.118,80 e para o capim mombaça R\$ 52.800,00, nos custos fixos com mão de obra, os custos com assistência técnica já estão incluídos no valor total de mão de obra. Ambas as culturas apresentam uma estrutura de custos fixos semelhantes, onde a mão de obra responde por aproximadamente 73,5% dos custos fixos e os encargos trabalhistas por 26,5%. Isso indica que, independentemente da cultura utilizada, os gastos fixos mantêm um padrão equilibrado. Percebe-se que o custo da produção da silagem de sorgo é significativamente maior que a do capim mombaça. Esse fator deve estar ligado à maior exigência operacional e ao volume de trabalho necessário para a produção de silagem de sorgo, tornando-o mais oneroso.

Tabela 6 - Custos fixos da produção das silagem de sorgo ou de capim Mombaça em Teresina-PI

Indicador	Sorgo		Capim Mombaça	
	Total (30 ha)	por ha	Total (32 ha)	por ha
Mão de obra	R\$ 99.324,98	R\$ 3.103,91	R\$ 38.812,95	R\$ 1.212,90
Encargos trabalhistas	R\$ 35.793,82	R\$ 1.118,56	R\$ 13.987,05	R\$ 437,10
ITR	R\$ 57,14	R\$ 1,90	R\$ 57,14	R\$ 1,79
Custo Fixo(R\$)	R\$ 135.175,94	R\$ 4.505,86	R\$ 52.857,14	R\$ 1.761,90

Em relação aos custos de produção para a confecção de sorgo e capim-mombaça (tabela 7), os custos variáveis representam 42,8% do custo total no

sorgo e 37,7% no capim-mombaça. Nos custos fixos para a produção o sorgo apresentou um valor superior ao do capim mombaça, levando em consideração o maquinário e equipamentos utilizados, a estrutura operacional na qual demanda maiores investimentos. O custo operacional efetivo (COE) para o sorgo representou cerca de 67,58% e para o capim-mombaça 50,64%. Em relação a depreciação, embora o sorgo tenha um valor considerável, o capim-mombaça apresenta uma porcentagem superior do custo total destinada a essa categoria (16,47% para o capim mombaça e 15,66% para o sorgo). Já para o custo de oportunidade no sorgo representa um valor de 7,61% enquanto a capim mombaça representa 9,88% do total.

Em consideração ao custo de oportunidade considerando o valor de arrendamento da área, a terra tem o mesmo valor absoluto de R\$ 18.000 para ambos. Entretanto, como o custo total do capim mombaça é de R\$ 208.657,14 essa parcela tem um peso maior na composição dos custos. Já no sorgo, como o custo total é R\$ 395.674,69, o mesmo valor da terra representa apenas 4,55%.

Tabela 7 - Custos de produção das silagem de sorgo ou de capim Mombaça em Teresina-PI

Indicador	Sorgo		Capim Mombaça	
	Total (30 ha)	por ha	Total (32 ha)	por ha
Custos Variáveis	R\$ 132.234,75	R\$ 4.407,83	R\$ 52.800,00	R\$ 1.650,00
Custos Fixos	R\$ 135.175,94	R\$ 4.505,86	R\$ 52.857,14	R\$ 1.651,79
Custo Operacional Efetivo (COE)	R\$ 267.410,69	R\$ 8.913,69	R\$ 105.657,14	R\$ 3.301,79
Depreciação (R\$)	R\$ 50.165,00	R\$ 1.672,17	R\$ 34.375,00	R\$ 1.074,22
Prolabore (R\$)	R\$ 30.000,00	R\$ 1.000,00	R\$ 30.000,00	R\$ 937,50
Custo Operacional Total (COT)	R\$ 347.575,69	R\$ 11.585,86	R\$ 170.032,14	R\$ 5.313,50
Custo de Oportunidade do Capital	R\$ 30.099,00	R\$ 1.003,30	R\$ 20.625,00	R\$ 644,53
Custo de Oportunidade da Terra	R\$ 18.000,00	R\$ 600,00	R\$ 18.000,00	R\$ 562,50
Custo Total	R\$ 395.674,69	R\$ 13.189,16	R\$ 208.657,14	R\$ 6.955,24

A tabela 8 traz os resultados para receita bruta e indicadores econômicos para ambas culturas. O capim-mombaça tem uma produção total maior que o sorgo, o preço por tonelada para o sorgo foi no total de R\$ 600,00 e do capim-mombaça de R\$ 480,00. Em termos de margem líquida e lucro operacional, o capim mombaça apresentou neste estudo valores superiores ao sorgo, assim como o índice de

lucratividade sendo 66,04% e para o sorgo 31,31 %. O retorno sobre o investimento também é maior para o capim- mombaça.

Embora o sorgo apresenta um valor oneroso para sua produção em relação ao capim mombaça, deve se considerar o retorno que ambos vão desempenhar para a finalidade que vão ser utilizados, o capim mombaça apesar de produzir maior quantidade de matéria verde por hectare, é necessário levar em conta seu valor nutricional e os produtos utilizados principalmente para o ajuste da dieta de modo que o capim mombaça apresenta menor quantidade de amido, já o sorgo apresenta uma maior quantidade de carboidratos solúveis que colaboram para sua fermentação mais rápida e valor nutricional superior ao de capim mombaça, sendo necessário uma menor quantidade de produtos para ajustar a dieta. O custo de produção animal leva em consideração diversos fatores, um deles é o valor estimado com a alimentação. Então, na pecuária, deve-se utilizar a análise de custeio variável, essa metodologia está associada à rentabilidade de custos de produção, dessa forma o produtor consegue planejar a melhor estratégia para que haja maior lucratividade (SILVA *et al*, 2024).

Tabela 8 - Receita Bruta e indicadores econômicos da produção de silagem de sorgo ou de capim Mombaça em Teresina-PI

Indicador	Sorgo		Capim Mombaça	
	Total (30 ha)	por ha	Total (32 ha)	por ha
Produção Total (ton)	960	32	1280	40
Custo Total (R\$/ton)		R\$ 412,16		R\$ 163,01
Preço Médio (R\$/ton)		R\$ 600,00		R\$ 480,00
Receita Bruta (R\$)	R\$ 576.000,00	R\$ 19.200,00	R\$ 614.400,00	R\$ 19.200,00
Margem Bruta (R\$)	R\$ 308.589,31	R\$ 10.286,31	R\$ 508.742,86	R\$ 15.898,21
Margem Bruta (%)	53,57%		82,80%	
Margem Líquida (R\$)	R\$ 228.424,31	R\$ 7.614,14	R\$ 444.367,86	R\$ 13.886,50
Margem Líquida (%)	39,66%		72,33%	
Lucro Operacional (R\$)	R\$ 180.325,31	R\$ 6.010,84	R\$ 405.742,86	R\$ 12.679,46
Lucro Operacional (%)	31,31%		66,04%	
Lucro Unitário (R\$/ton)	R\$ 187,84		R\$ 316,99	
Índice de lucratividade	31,31%		66,04%	
ROI (%)	45,57%		194,45%	
Ponto de Equilíbrio (ton)	659,46		434,70	
Payback Simples (meses)	33,92		15,78	

Payback Descontado (meses)	44,01	18,35
----------------------------	-------	-------

De acordo com a tabela 8 podemos observar que a produção total do capim Mombaça é significativamente maior (1.280 ton) em comparação ao sorgo (960 ton). E o custo total por tonelada do sorgo é muito mais elevado (R\$ 412,16) do que o capim mombaça (R\$ 163,01), tornando nesse estudo com as condições apresentadas o capim a opção mais acessível por tonelada produzida.

Em termos de preço médio por tonelada, o sorgo tem um valor de mercado mais alto (R\$ 600,00/ton) em relação ao capim mombaça (R\$ 480,00/ton). Apesar disso, a receita bruta gerada pelo capim é superior à do sorgo, sugerindo que a maior produtividade do capim compensa seu preço unitário mais baixo.

O capim Mombaça tem uma margem bruta (82,80%) e líquida (72,33%) muito superiores às do sorgo (53,57% e 39,66%, respectivamente). O lucro operacional em termos percentuais o capim oferece um índice de lucratividade de 66,04%, enquanto o sorgo fica em 31,31%. Já o retorno sobre o investimento(ROI) é um dos fatores importantes na análise. O ROI do capim mombaça é de 194,45% enquanto do sorgo é de apenas 45,57%, indicando que o investimento no capim tem um retorno muito maior. O sorgo precisa produzir 659,46 toneladas para cobrir seus custos, enquanto o capim mombaça precisa apenas 434,70 toneladas, reafirmando sua vantagem econômica. O capim Mombaça também tem um período de retorno mais curto, com um payback simples de 15,78 meses e descontado de 18,35 meses, contra 33,92 e 44,01 meses do sorgo.

Tabela 9 - Análise econômica projetada (Valor presente Líquido e Taxa interna de Retorno) para 3, 5 e 10 anos da produção de silagem de sorgo ou de capim Mombaça em Teresina-PI

Indicador	Sorgo	Capim Mombaça
VPL (R\$) para 3 anos	-R\$ 105.576,33	R\$ 464.633,54
VPL (R\$) para 5 anos	R\$ 193.644,73	R\$ 978.831,12
VPL (R\$) para 10 anos	R\$ 702.430,10	R\$ 1.853.155,28
TIR (%) para 3 anos	3,04%	56,04%
TIR (%) para 5 anos	22,62%	70,83%
TIR (%) para 10 anos	33,40%	75,78%

O capim se mostra vantajoso desde o curto prazo com retornos financeiros mais expressivos e sustentáveis. O sorgo, por outro lado, apresenta um VPL

negativo nos primeiros 3 anos, tornando-se positivo apenas após 5 anos. Isso indica sinal de alerta para decisões de curto prazo com alto capital imobilizado, exigindo um planejamento para retorno a médio e longo prazo.

Em prazos mais longos (10 anos), o sorgo se torna viável, o que reforça que ele pode ser vantajoso em sistemas tecnificados e perenes, mas com retorno mais demorado. Dessa forma Os resultados obtidos para o custo da produção de sorgo e capim mombaça, indicam um custo total de produção(CTP) para o sorgo de 412,16 ton/ha, já para o capim mombaça obteve 163,01 ton/ha, esse resultado é expresso em toneladas por hectare.

4 CONCLUSÕES

A silagem de capim mombaça demonstrou-se mais viável do ponto de vista econômico em praticamente todos os indicadores analisados. Apresentou menor custo total por tonelada produzida, maior índice de lucratividade, ROI superior e payback mais rápido, inclusive considerando a taxa de desconto de 12% ao ano. Embora o sorgo ofereça vantagens nutricionais, sua produção requer maior investimento inicial e retorno mais demorado, sendo mais indicada para sistemas tecnificados e de longo prazo. O estudo comprova a importância da análise econômica como ferramenta de tomada de decisão na escolha de culturas forrageiras para produção de silagem.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES (ABIEC). *Beef Report: Perfil da Pecuária no Brasil – 2023*. São Paulo: ABIEC, 2023. Disponível em: <<https://www.abiec.com.br>>. Acesso em: 28 mar. 2025.

BERNARDES, T. F. Produção e utilização de silagens na pecuária leiteira. In: **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM**, 9., 2018, Lavras. *Anais [...]*. Lavras: UFLA, 2018. p. 85-104.

IBGE. *Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA)*. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistemático-da-produção-agrícola.html>>. Acesso em: 31 mar. 2025.

CÂNDIDO, Magno; FURTADO, Rafael. *Estoque de forragem para a seca*. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2020.

EMBRAPA. *Manual de custos de produção agrícola: metodologia e aplicação*. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2020.

GALINDO, F. S.; BELONI, T.; BUZZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; DUPAS, E.; LUDKIEWICZ, M. G. Z. Viabilidade técnica, econômica e qualidade nutricional da produção de silagem de capim-mombaça. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 40, e36395, 2018.

GAMA, Esther. *Abate de bovinos atinge recorde em 2024*. Agência IBGE Notícias, 2024. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/noticias/abate-de-bovinos-atinge-recorde-em-2024>>. Acesso em: 26 mar. 2025.

RICCHETTI, Alceu; CECCON, Gessi. *Viabilidade econômica da cultura do sorgo granífero na região Centro-Oeste*. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2014. (Comunicado Técnico, 195).

SEBRAE. *Agenda do Produtor Rural 2023*. Natal, RN: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, 2022. Disponível em: <<https://sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RN/Agenda%20do%20Produto%20Rural%20-%202023.pdf>>. Acesso em: 31 mar. 2025.

SILVA, M. L. da; REZENDE, J. L. P.; LIMA JUNIOR, V. B.; CORDEIRO, S. A.; COELHO JUNIOR, L. M. Métodos de cálculo do custo da terra na atividade florestal.

CERNE, Lavras, v. 14, n. 1, p. 75-81, jan./mar. 2008. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74414110>>. Acesso em: 25 maio 2025.

SILVESTRE, A. M.; MILLEN, D. D. The 2019 Brazilian survey on nutritional practices provided by feedlot cattle consulting nutritionists. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 50, p. e20200189, 2021.

SINHA, Jitendra. Economies of the Factors Affecting Crop Production in India: Analysis Based on Cobb-Douglas Production Function. *Sumerianz Journal of Economics and Finance*, v. 6, p. 10-18, 2023. DOI: <10.47752/sjef.61.10.18>.

VOLPI, Denise. *Sugarcane (Saccharum officinarum) and mombaça grass (Panicum maximum) silages submitted to different storage temperatures and the effects on microbial additives*. 2021. 205 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Curitiba, 2021.