



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

SANTIAGO ALVES DE OLIVEIRA

**POTENCIAL ECONÔMICO E PRODUTIVO DA INTEGRAÇÃO LAVOURA
PECUÁRIA NO SEMIÁRIDO**

AREIA

2025

SANTIAGO ALVES DE OLVEIRA

**POTENCIAL ECONÔMICO E PRODUTIVO DA INTEGRAÇÃO LAVOURA
PECUÁRIA NO SEMIÁRIDO**

Trabalho de graduação apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia, do
Centro de Ciências Agrárias, da
Universidade Federal da Paraíba, em
cumprimento às exigências para
obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Edson Mauro
Santos

Coorientador: Dr. Alberto Jefferson da
Silva Macêdo

AREIA

2025

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

O48p Oliveira, Santiago Alves de.

Potencial econômico e produtivo da integração
lavoura pecuária no Semiárido / Santiago Alves de
Oliveira. - Areia:UFPB/CCA, 2025.

46 f. : il.

Orientação: Edson Mauro Santos.

Coorientação: Alberto Jefferson da Silva Macêdo.

TCC (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Agronomia. 2. Capim. 3. ILP. 4. Milho. 5.
Sustentabilidade. 6. Viabilidade. I. Santos, Edson
Mauro. II. Macêdo, Alberto Jefferson da Silva. III.
Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635(02)

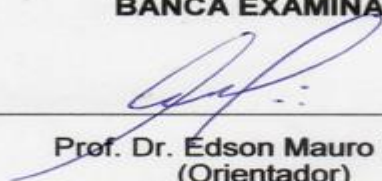
SANTIAGO ALVES DE OLIVEIRA

**POTENCIAL ECONÔMICO E PRODUTIVO DA INTEGRAÇÃO LAVOURA
PECUÁRIA NO SEMIÁRIDO**

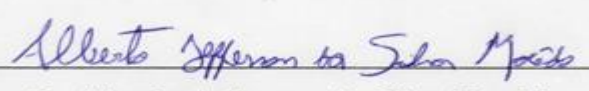
Trabalho de graduação apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia, do
Centro de Ciências Agrárias, da
Universidade Federal da Paraíba, em
cumprimento às exigências para
obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo.

Aprovado em: 30/04/2025.

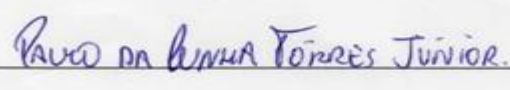
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Edson Mauro Santos
(Orientador)
Universidade Federal da Paraíba
(UFPB)



Dr. Alberto Jefferson da Silva Macêdo
Universidade Federal da Paraíba
(UFPB)



Msc. Paulo da Cunha Tôrres Júnior
Universidade Federal da Paraíba
(UFPB)

A minha família e meus amigos
por terem acreditado em mim,
DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus a quem eu devo a minha vida e meu saber, e minha Mãe sobre o título de Nossa Senhora Aparecida.

Ao meu pai Solanildo, que sempre me apoio em toda minha trajetória acadêmica e sempre foi a pessoa que mais acreditou em mim. A minha mãe e minha irmã, as quais eu passei toda essa trajetória de graduação longe mas sempre estiveram ao meu lado.

A meu padrasto Raimundo e meu Tio Elias (*in memoriam*), sempre acreditaram nesse projeto. Mesmo ausentes fisicamente sempre estiveram ao meu lado, dando-me força.

A todos envolvidos nesse experimento que de alguma forma ou em alguma etapa me ajudaram, Alberto, Paulo Junior, Evandro, Junior Melo, Jailson, Bruna, Pedro Arthur, e meu grande amigo Matheus.

Aos professores do Curso de agronomia da UFPB, em especial, Prof. Bruno Dias que sempre exerceu com maestria e amor a sua profissão.

Aos meus filhos queridos da Prime House onde eu posso dizer que sempre foram uma família para mim, João Miguel, Emmanuel, João Victor, Daniel Victor, Joel, Thallis, Ailton, Antonio Júlio, Lazaro.

Aos colegas de classe da turma 2019.1 pelos momentos de amizade e apoio, em especial Sanges, Samuel Keneddi e Lazaro Matheus.

As centenas de amigos que eu formei em Areia e no campus, cada um significado especial podem não estar citados aqui, mas sempre estarão no meu coração.

Ao grupo do GEF onde eu construí muitos laços e aprendi muito o qual contribuiu imensamente para minha formação, agradeço a todos em nome do Professor Edson Mauro.

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar o potencial produtivo e econômico da Integração Lavoura-Pecuária (ILP) no semiárido brasileiro, utilizando o milho consorciado com duas espécies forrageiras: *Andropogon gayanus* cv. Planaltina e *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás. O experimento foi conduzido no município de Jericó-PB, entre janeiro a junho de 2024, em condições edafoclimáticas típicas da região, foi usado o delineamento em blocos casualizados, com dois tipos de consórcio, Milho-Andropogon ou Milho-Paiaguás e seis repetições. Foram analisadas variáveis relacionadas à produção de matéria verde (PMV), produção de matéria seca (PMS) e composição morfológica das plantas de milho e das forrageiras, além da estimativa de custo de produção e da razão benefício/custo (B/C). Os resultados indicaram que ambos os sistemas integrados apresentaram valores produtivos compatíveis com os relatados na literatura para sistemas ILP. Verificou-se diferença significativa para o percentual de colmo do milho, superior ($P = 0,0471$) no consórcio Milho-Andropogon comparado com o colmo do milho no consórcio Milho-Paiaguás. Na análise econômica, independentemente do tipo de consórcio, o sistema voltado à produção de silagem apresentou maior retorno financeiro, com razão B/C de 4,03, enquanto o sistema com colheita de grãos, independentemente do tipo de consórcio obteve B/C de 1,93, evidenciando viabilidade em ambos os sistemas, com vantagem para a silagem. Os resultados reforçam o papel da ILP como ferramenta estratégica na implantação de novas áreas de pastagens ou na recuperação de pastagens degradadas, contribuindo para a sustentabilidade da produção agropecuária no semiárido, com ganhos em produtividade, eficiência no uso da terra e rentabilidade do sistema. Portanto, recomenda-se a adoção do sistema ILP de milho em consórcio com Andropogon ou de milho em consórcio com BRS Paiaguás como alternativas viáveis, adaptáveis e lucrativas, capazes de integrar a produção agrícola e pecuária em equilíbrio com as condições edafoclimáticas da região semiárida.

Palavras-Chave: capim; ILP; milho; sustentabilidade; viabilidade.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the productive and economic potential of Crop-Livestock Integration (CLI) in the Brazilian semi-arid region, using maize intercropped with two forage species: *Andropogon gayanus* cv. Planaltina and *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás. The experiment was conducted in the municipality of Jericó-PB, from January to June 2024, under typical soil and climatic conditions of the region, using a randomized block design with two types of intercropping (Maize-Andropogon and Maize-Paiaguás) and six replications. Variables related to green matter production (GMP), dry matter production (DMP), and the morphological composition of maize and forage plants were analyzed, along with an estimate of production costs and the benefit/cost (B/C) ratio. The results indicated that both integrated systems showed productive values consistent with those reported in the literature for CLI systems. A significant difference was observed for the maize stem percentage, which was higher ($P = 0.0471$) in the Maize-Andropogon intercrop compared to the Maize-Paiaguás intercrop, suggesting greater light competition and influence on plant morphology. In the economic analysis, regardless of the type of intercropping, the system aimed at silage production showed a higher financial return, with a B/C ratio of 4.03, while the grain harvest system, regardless of the intercropping type, achieved a B/C ratio of 1.93, highlighting the viability of both systems, with an advantage for silage production. The results reinforce the role of CLI as a strategic tool for establishing new pasture areas or rehabilitating degraded pastures, contributing to the sustainability of agricultural production in the semi-arid region through productivity gains, efficient land use, and system profitability. Therefore, it is recommended to adopt maize intercropping with *Andropogon* or maize intercropping with BRS Paiaguás as viable, adaptable, and profitable alternatives capable of integrating agricultural and livestock production in balance with the semi-arid region's soil and climate conditions.

Keywords: grass; CLI; maize; sustainability; viability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa territorial do estado da Paraíba, com destaque para o município de Jericó-PB, com destaque circular em vermelho	21
Figura 2 – Gráfico do índice pluviométrico do ano de 2024 referente ao município de Jericó-PB	22
Figura 3 – Mapa da distribuição pluviométrica referente ao ano de 2024 no estado da Paraíba	22
Figura 4 – Integração lavoura pecuária aos 90 dias após semeadura (A) e integração lavoura pecuária aos 140 dias após semeadura (B)	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise química e textural do solo	23
Tabela 2 – Teor de matéria seca, percentual de folhas, percentual de colmo, produtividade de matéria verde (PMV) e produtividade de matéria seca (PMS) dos capins utilizados nos sistemas de Integração-Lavoura-Pecuária, compostos por Milho em consórcio com capim Paiaguás ou Milho em consórcio com capim Andropogon	28
Tabela 3 – Teor de matéria seca, percentual de folhas, percentual de colmo, percentual de espiga, produtividade de matéria verde (PMV) e produtividade de matéria seca (PMS), produtividade total de matéria verde milho + capim (PMV total) e produtividade total de matéria seca milho + capim (PMS total) das plantas de milho utilizadas nos sistemas de Integração-Lavoura-Pecuária, compostos por Milho em consórcio com capim Paiaguás ou Milho em consórcio com capim Andropogon	32
Tabela 4 – Custos de implantação com insumos e serviços para a implantação	37
Tabela 5 – Custos médios por hectare com atividades de colheita e ensilagem	38
Tabela 6 – Custos da colheita do milho grão e debulha; Prod= Produção total	38
Tabela 7 – Relações de benefícios/custos	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	14
	2.1 Importância da Integração Lavoura-Pecuária.....	14
	2.2 Cultura do milho (<i>Zea mays</i> L)	15
	2.3 Capim Andropogon (<i>Andropogon gayanus</i> cv. Planaltina).....	17
	2.4 Capim Urochloa (<i>Urochloa brizantha</i> cv. BRS Paiaguás)	18
	2.5 Consórcio de milho com Capim	19
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	21
	3.1 Caracterização da área.....	21
	3.2 Implantação do experimento	22
	3.3 Avaliação de produtividade	24
	3.4 Orçamentos e avaliação de custos	25
	3.5 Razão benefício/custo.....	25
	3.6 Análises estatísticas	26
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5	CONCLUSÃO	40
	REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado o celeiro agrícola do mundo, sendo um dos principais produtores de grãos e de carne bovina. Em 2024 a participação do setor agropecuário na economia brasileira foi de 21,8% (CNA, 2024). Entre o período de 1975 a 2019, a produção de grãos cresceu 510%, passando de 38,1 milhões de toneladas para 232,6 milhões (IBGE, 2020). Já a produção de carnes passou de 2,9 milhões de toneladas para 27,9 milhões de toneladas, ou seja, um aumento de 858% nesse mesmo período (United States, 2020).

Diante desse cenário, a degradação de pastagens é um dos principais entraves para a sustentabilidade e produtividade da agropecuária brasileira. As pastagens são o alicerce da alimentação dos ruminantes no Brasil, aproximadamente 95% da carne bovina brasileira é produzida em áreas de pastagens (Tomaz *et al.*, 2023). Vale ressaltar que, a utilização desse recurso é ainda predominantemente extrativista, culminando na sua degradação que é entendida como a perda de produtividade no decorrer do tempo (Hoyos *et al.*, 1995).

Estima-se que milhões de hectares de pastagens no país apresentam algum grau de degradação, segundo um estudo da Universidade Federal de Goiás realizado em 2022 a partir de imagens de satélite, totalizam cerca de 170 milhões de hectares (Bolfe *et al.*, 2024). Mesmo destacada a importância das áreas de pastagens na produção pecuária do Brasil, estima-se que 60% dessas áreas estão degradadas ou em algum estágio de degradação (Embrapa, 2022), o que é interpretado como dados alarmantes e que medidas precisam serem tomadas para reverter esse atual cenário.

Entre as principais causas estão o manejo inadequado do pastejo, a ausência de práticas conservacionistas, o uso excessivo do solo sem reposição de nutrientes (Zimmer *et al.*, 2012) e a compactação provocada pelo pisoteio animal. Desse modo, as perdas anuais com a exploração pecuária em pastagens degradadas podem superar US\$ 1 bilhão (Borgui, 2018). Esses fatores resultam na perda da cobertura vegetal, erosão do solo, redução da fertilidade e aumento da emissão de gases de efeito estufa (Rezende, 2024). Além de impactar diretamente a produção pecuária, a degradação de pastagens também contribui para a expansão desordenada da fronteira agrícola, gerando pressão sobre áreas de vegetação nativa e agravando os problemas ambientais. Diante desse cenário, torna-se urgente a adoção de práticas que possibilitem a recuperação ou renovação dessas áreas de forma eficiente e

sustentável.

Estimativas apontam que a atual área ocupada com sistemas integrados de produção agropecuária no Brasil é cerca de 11,5 milhões de hectares, com estimativas de aumento de mais 5 milhões de hectares até o ano de 2030 (Silva, 2021). A ILP é uma alternativa promissora para produtores que buscam aliar recuperação ou renovação de áreas degradadas à rentabilidade da propriedade. No sistema ILP, culturas agrícolas e pastagens são manejadas de forma rotacionada, permitindo que a lavoura contribua para a melhoria das condições físicas e químicas do solo, preparando o ambiente para o retorno da pastagem em melhores condições de desenvolvimento, o que também pode contribuir para melhorias do ponto de vista biológico do solo no decorrer do tempo. Após a colheita da cultura agrícola, a formação de uma nova pastagem sobre o solo recuperado favorece o aumento da taxa de lotação animal e, conseqüentemente, da produção de carne ou leite por hectare. Além disso, o sistema reduz a necessidade de abertura de novas áreas, gerando economia com insumos e mão de obra, e contribuindo para um ciclo produtivo mais eficiente e sustentável.

A eficiência produtiva na agropecuária brasileira é essencial para garantir competitividade, abastecimento interno e expansão das exportações. Três pilares sustentam esse avanço: a) o aumento da produtividade dos fatores de produção, b) a redução de custos operacionais por meio de tecnologias e manejo eficiente, e c) a ampliação da escala produtiva (Embrapa, 2023). Esses fundamentos dialogam diretamente com a ILP, que otimiza o uso de recursos, promove sinergias entre atividades e eleva a sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

O sistema ILP tem se mostrado uma estratégia eficiente para otimizar o uso da terra, combinando a produção de grãos com a oferta de forragem para animais. No sistema Milho-Andropogon, o milho oferece rápido estabelecimento e elevada produção de biomassa para produção de silagem, enquanto que o capim Andropogon confere resiliência durante a estação seca, graças ao seu profundo sistema radicular e perfilhamento vigoroso (Embrapa, 2001). Essa combinação pode promover melhor ciclagem de nutrientes e reduzir o ciclo de pragas, uma vez que o capim Andropogon ocupa o solo nos períodos em que o milho não está presente, garantindo cobertura contínua e protegendo a estrutura física do solo contra erosão e compactação (Primavesi, 1984).

Em contrapartida, o sistema Milho-Paiaguás utiliza o cultivar capim BRS

Paiaguás, que se distingue por sua elevada produtividade forrageira mesmo em condições adversas de estiagem e temperatura baixa. Enquanto o capim Andropogon pode produzir até 12 t/ha de MS anual, o capim BRS Paiaguás mantém produção constante ao longo do ano, podendo produzir cerca de 12 t/ha de MS anual e apresenta maior valor nutritivo, refletido em ganho de peso animal superior em até 45 kg/ha/ano em comparação a outros capins tropicais (Embrapa, 2013). Além disso, sua adaptação ao manejo com pastejo mais intensivo e a capacidade de atuação como cobertura para plantio direto tornam-na particularmente versátil em sistemas consorciados com o milho, reduzindo a necessidade de herbicidas e facilitando a dessecação pré-plantio (Santos, 2022).

Ao comparar as duas modalidades, percebe-se que o sistema Milho-Andropogon beneficia-se da rusticidade e da tolerância à estiagem prolongada do capim Andropogon, sendo indicado em regiões de pluviometria mais limitada, enquanto o sistema Milho-Paiaguás destaca-se pela maior qualidade nutricional e eficiência de produção de forragem, sendo ideal para maximizar o desempenho animal e a sustentabilidade do sistema ILP. Dessa maneira, a escolha entre ambos deve considerar fatores como disponibilidade de água, objetivo produtivo (foco em grão versus forragem), e exigências de manejo, lembrando que espaçamentos reduzidos no consórcio e o uso de cultivares de milho adequados potencializam a competição e complementação entre as culturas, promovendo sistemas mais equilibrados e rentáveis (Malavolta, 1985).

Assim, o sistema ILP surge como uma estratégia inteligente, em que a lavoura é utilizada com o objetivo principal de custear a formação da nova pastagem. Além de viabilizar economicamente o processo (Mendonça, 2018), esse sistema permite que o capim seja implantado em solo corrigido e adubado, garantindo melhor estabelecimento e maior longevidade da pastagem.

Estudos envolvendo o sistema ILP em condições de semiárido são escassos, e a comparação entre dois tipos de sistemas ILP utilizando Milho-Andropogon ou Milho-Paiaguás em condição semiárida é inexistente. Portanto, o presente estudo que busca investigar os sistemas ILP compostos por Milho-Andropogon e Milho-Paiaguás, tendo como hipótese que o consórcio Milho-Paiaguás produzirá maior quantidade de forragem com valores nutricionais superiores e, conseqüentemente, resultará em maiores ganhos financeiros comparado com o consórcio Milho-Andropogon. Assim, o sistema ILP não apenas recupera áreas improdutivas, mas também proporciona lucro

ainda durante a fase agrícola, antes mesmo do retorno dos animais ao pasto.

Portanto, o presente estudo tem como objetivo avaliar a eficiência produtiva e econômica do sistema ILP composto por Milho-Andropogon ou Milho-Paiaguás como ferramentas para a implantação ou recuperação de pastagens degradadas, focando na rentabilidade da estratégia na região semiárida brasileira.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância da Integração Lavoura-Pecuária

No Brasil, a pecuária em áreas agrícolas marginais caracteriza-se pelo manejo extensivo, baixa fertilidade dos solos e lotação acima da capacidade de suporte, o que intensifica o superpastejo e acelera a degradação das pastagens (Gil *et al.*, 2015; Figueiredo *et al.*, 2017). Em resposta, técnicas de recuperação de áreas degradadas, como o plantio direto, vêm sendo adotadas para restaurar a fertilidade dessas áreas e reduzir a erosão do solo, mas o crescimento das áreas degradadas e a expansão de sistemas de confinamento mantêm a pressão sobre os recursos naturais (Esteves *et al.*, 2017).

Nessas circunstâncias, há a necessidade de sistemas sustentáveis e integrados que permitam maximizar o uso da terra e possibilitem a produção de bens por área, além de estimular a conservação dos recursos naturais (Silva *et al.*, 2015). Diante desse cenário, o sistema ILP emerge como estratégia sustentável para maximizar a produtividade por área e recuperar terras degradadas. O sistema ILP combina culturas e pastagens em sistemas simultâneos, sequenciais ou rotativos, usando plantio direto para otimizar insumos e equipamentos e interromper ciclos de pragas e doenças (Franzluebbers e Stuedemann, 2014; Salton *et al.*, 2014). Além dos benefícios agrônômicos, o sistema ILP pode promover ganhos econômicos e sociais, especialmente para pequenos produtores, ao diversificar fontes de renda e reduzir impactos ambientais (Pariz *et al.*, 2017).

A adoção mais recente nos sistemas de ILP é uma estratégia promissora para melhorar a sustentabilidade na agricultura, bem como na pecuária (Paolotti *et al.*, 2016), particularmente dados os desafios que as mudanças climáticas e as flutuações de preços de commodities e insumos representam para o setor agrícola (Lemaire *et al.*, 2014). No Brasil, os sistemas de ILP tipicamente combinam o cultivo de soja no verão, que é semeada em outubro, com o milho em sucessão (Gil *et al.*, 2015), integrado com pastagens formadas sobre restos da cultura do milho, ou adaptado a sistemas pecuários alternativos (Balbino *et al.*, 2012).

Além disso, sistemas ILP podem incluir culturas de biocombustíveis em áreas marginais, contribuindo para a recuperação de solos degradados e preservação de vegetação nativa. A implantação desses sistemas, como milho e carne bovina, são commodities importantes para a economia nacional, dado que o Brasil ocupa um lugar

de destaque nos mercados globais (FAS/USDA, 2016; USDA, 2017).

De acordo com Cobucci *et al.* (2007) e Balbino *et al.* (2011), estudos econômicos mostram o potencial do uso do sistema ILP para substituir pastagens degradadas e melhorar a eficiência produtiva do rebanho. Mas, embora os resultados sejam bons e os retornos financeiros tentadores, a adoção ainda é limitada. Isso ocorre principalmente devido aos elevados custos de capital associados à instalação e manutenção comparado aos sistemas pecuários tradicionais.

A conservação de forragem é essencial para a realidade brasileira porque a pecuária baseia-se principalmente em pastagens, especialmente nos períodos secos do ano. Durante esse período, a produção de forragem é limitada por fatores como disponibilidade de água ou baixa temperatura. Nesse contexto, o milho pode ser um valioso complemento para esses sistemas, pois além de ter alta energia, pode ser utilizado na forma de silagem, forragem verde ou para produção de grãos e a palhada residual junto com a pastagem se torna uma fonte potencial de alimento para os animais, tornando-se uma forma importante de aumentar a disponibilidade de alimentos na propriedade (Melo *et al.*, 2013). Essa estratégia aumenta a capacidade de suporte de áreas recuperadas pós-colheita, garantindo pastagens de alta qualidade nutricional para ruminantes em momentos de restrição hídrica.

A integração entre as atividades de cultivo e pecuária – direcionadas para a produção de carne ou leite – são diferentes e devem ser ajustadas às condições edafoclimáticas da propriedade, demanda do mercado, insumos e logística de comercialização, interesses e capacidade financeira do produtor. Com mais atividades integradas, os sistemas se tornam complexos e, portanto, precisam ser planejados com antecedência. Para que isso seja alcançado, é importante que o produtor receba suporte técnico específico para a implementação do sistema ILP em sua propriedade (Gontijo Neto *et al.*, 2018).

2.2 Cultura do milho (*Zea mays* L)

Na região do Cerrado, o milho (*Zea mays* L.) é frequentemente cultivado em consórcio com pastagens durante as safras principais e safrinhas, aproveitando o período chuvoso para ampliar a oferta de alimento na estação seca. Esse sistema integrado melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, interrompe ciclos de doenças, reduz a pressão de insetos-praga e plantas daninhas, além de diminuir custos de implantação, recuperação ou renovação de pastagens (Vilela *et al.*,

2011).

De uma maneira geral, a cultura do milho tem se destacado nas consorciações com capins devido ao seu rápido crescimento inicial e porte elevado, o que facilita a competição com os demais componentes. Além disso, no caso da colheita de grãos, o milho permite a utilização de colheita mecanizada. A isso se acrescenta a disponibilidade de um amplo número de cultivares comerciais adaptadas às diversas regiões do Brasil, o que possibilita o cultivo dessa cultura em todo o país, de Norte ao Sul. Em regiões onde o clima favorece o plantio do milho, ele tem sido recomendado para integrar o sistema ILP, pois se adapta bem tanto às gramíneas forrageiras quanto à presença de componentes arbóreos (Zeosa *et al.*, 2011; Silva *et al.*, 2018). Neste contexto, a cultura do milho é particularmente interessante para a formação de sistemas consorciados com forrageiras tropicais perenes (capins), sendo o seu sistema de produção bem difundido entre os produtores.

No estado da Paraíba, a cultura do milho desempenha papel socioeconômico e alimentar importante, sendo uma das principais fontes de subsistência para agricultores familiares e essencial na alimentação humana e animal, especialmente no Semiárido (Melo *et al.*, 2013). Além disso, de acordo com os mesmos autores, por ser uma cultura adaptável às condições edafoclimáticas locais, o milho se torna uma cultura prioritária nessa região. Contudo, embora alternativas como o sorgo e o milheto apresentem maior tolerância à seca e potencial forrageiro, sua utilização em larga escala é limitada.

A altura em que a espiga do milho se insere permite uma colheita mecanizada sem complicações, pois a regulagem mais elevada da plataforma reduz os riscos de entupimento. Além disso, com a disponibilidade de herbicidas pós-emergentes seletivos para o milho, é possível obter excelentes resultados no consórcio de milho com capim. A cultura do milho também oferece a flexibilidade de trabalhar com diferentes espaçamentos. Atualmente, a tendência é reduzir o espaçamento entre as fileiras de milho para melhorar a utilização da luz, água e nutrientes, além de aumentar a capacidade de competição das plantas de milho. No consórcio com forrageiras, a redução do espaçamento também tem a vantagem de estabelecer um pasto mais densamente coberto, especialmente quando as sementes da forrageira são semeadas apenas nas entrelinhas de plantio do milho. A escolha do espaçamento adequado para o consórcio deve levar em consideração a disponibilidade de máquinas tanto para o plantio quanto para a colheita (Gontijo Neto *et al.*, 2018).

No que se trata da produção de forragem, as culturas de milho e sorgo forrageiro, tanto em cultivo único quanto em consórcio com capins, sobressaem-se em comparação com outras culturas para a produção de forragem. Isso se deve ao seu potencial de produzir um considerável volume de forragem com alto valor nutritivo. Além disso, produzem silagem com boa aceitabilidade, sendo capazes de gerar uma quantidade substancial de energia digestível por unidade de área (Gontijo Neto *et al.*, 2018).

No contexto do sistema ILP, o milho e o sorgo forrageiro destacam-se por seu elevado potencial de produção de biomassa de alto valor nutritivo e por gerarem silagens com boa fermentação e aceitabilidade (Gontijo Neto *et al.*, 2018). Em especial, o milho é preferido para silagem devido ao maior teor de amido, produção de grãos e valor nutritivo em comparação ao sorgo (Zeoula *et al.*, 2003; Santos *et al.*, 2017).

2.3 Capim *Andropogon* (*Andropogon gayanus* cv. Planaltina)

O capim *Andropogon* que veio como uma alternativa de pastagem na região do Cerrado em substituição ao cultivo da *Urochloa decumbes*, que mesmo adaptada às condições dessa região, apresenta susceptibilidade ao ataque da cigarrinha das pastagens e causa fotossensibilização em bovinos, restringindo o seu uso (Nicola *et al.*, 1984). Em especial, a adoção do capim *Andropogon* em regiões como a Caatinga brasileira, sendo um bioma que apresenta clima semiárido, solos rasos e baixa pluviosidade, destaca-se pela resistência à estiagem e pelo forte perfilhamento durante a estação chuvosa (Cândido *et al.*, 2005).

As espécies mais cultivadas no Brasil, são *Andropogon gayanus* e *Andropogon lateralis* (Zanin *et al.*, 2006). Essa forrageira possui perfilhamento vigoroso na estação chuvosa e sua rebrota nesse período é rápida, oferecendo assim uma elevada quantidade de massa verde na estação seca (entre o final da estação seca e o início da estação chuvosa) (Thomas *et al.*, 1981). O capim *Andropogon lateralis*, é uma gramínea perene nativa da América do Sul, amplamente distribuída no Brasil, especialmente em áreas de campo nativo e pastagens naturais do bioma Pampa, sendo caracterizado por sua rusticidade, elevada tolerância a solos ácidos e mal drenados, além de boa adaptação a condições de clima subtropical úmido (Zanella *et al.*, 2021).

O capim *Andropogon* é uma espécie resistente à estiagem, capaz de extrair

água das camadas profundas do solo, mantendo seu metabolismo funcionando mesmo em condições adversas, e resistente a até nove meses de estiagem e uma precipitação anual acima de 400 mm (Embrapa, 2023). Essa tolerância à estiagem está ligada ao sistema radicular, que pode crescer até 1,20 metros de profundidade. Embora sejam tolerantes ao estresse hídrico, a baixa disponibilidade de água na estação seca causa redução na produção de forragem (Leite *et al.*, 2001). Entretanto, o capim *Andropogon* apresenta desvantagens como sensibilidade a formigas, alongamento excessivo do colmo e floração precoce, fatores que podem dificultar o manejo e reduzir o seu valor nutritivo (CIAT, 1989; Nascimento e Renvoize, 2001). Ainda, é possível destacar que o capim *Andropogon* é difícil de manejar, especialmente em sistemas de pastejo com taxa de lotação contínua e em grandes áreas, devido à sua alta lignificação, crescimento rápido e sazonalidade, o que reduz sua palatabilidade e valor nutritivo com o tempo (Adjei e Muir, 2000).

Em termos produtivos, o capim *Andropogon* produz cerca de 12 t/ha de massa seca por ano, e durante o período seco é aproximadamente 21% desse montante (Botrel *et al.*, 1999). Forma touceiras de até 1,0 m de diâmetro e produz perfilhos com altura até 2,0 m. Suas raízes são profundas e ramificadas. É uma forragem com baixos requisitos de fertilidade do solo, adaptando-se a solos bem drenados, assim como a solos pobres em nutrientes e ácidos (Batista e Godoy, 1995).

Quanto aos nutrientes, o capim *Andropogon* apresenta digestibilidade que varia de 400 a 500 g MS/kg MN, proteína bruta de 40 a 100 g PB/kg MS, baixos teores de fósforo (0,8 a 1,4 g P/kg MS) e teores de cálcio de (2,7 a 3,9 g Ca/kg MS) (Costa *et al.*, 2001; Nascimento e Renvoize, 2001).

2.4 Capim *Urochloa* (*Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás)

As pastagens de *Urochloa brizantha* são predominantemente usadas como alimentação animal no Brasil, com base na eficiência de produção de MS (Moreira *et al.*, 2009).

Não há muitos estudos científicos sobre este cultivar BRS Paiaguás, e sua caracterização científica é recente, uma vez que o capim foi lançado recentemente pela Embrapa (Embrapa, 2023). O cultivar BRS Paiaguás foi desenvolvido com foco em resolver o problema de perda de peso animal, intensificando-se particularmente durante a temporada de inverno/seco, quando as folhas da pastagem naturalmente tendem a diminuir, juntamente com seu respectivo aspecto nutricional. Além disso, é

uma cultura forrageira prolífica mesmo em épocas desfavoráveis. É tolerante à estiagem, tem alta eficiência de absorção de nutrientes e a depender das condições edafoclimáticas pode produzir o ano todo (Embrapa, 2013).

Notavelmente, na estação seca, esse cultivar mantém boa oferta de forragem com qualidade superior, resultando em ganhos adicionais de até 45 kg de peso vivo por hectare por ano em comparação a cultivar BRS Piatã (Embrapa, 2013). Além disso, a cultivar BRS Paiaguás controla bem plantas invasoras sob pastejo intensivo (principalmente devido à sua alta capacidade de cobertura do solo e vigor no crescimento, o que lhe permite competir de forma eficiente por luz, água, nutrientes e espaço, suprimindo o desenvolvimento de espécies daninhas) (Souza Linhares *et al.*, 2020), e se integra facilmente ao milho safrinha em sistemas ILP, servindo tanto como cobertura para plantio direto quanto para produção de forragem outono-inverno. A dessecação eficiente com doses reduzidas de glifosato representa outro benefício operacional desse sistema (Santos *et al.*, 2022).

A cultivar BRS Paiaguás foi desenvolvida para sistemas pecuários que demandam eficiência forrageira, sobretudo em períodos de transição climática. Trata-se de uma gramínea perene, de hábito semi-decumbente e porte médio, que se adapta bem ao pastejo direto ou pastejo diferido, ampliando seu uso na propriedade rural. Em termos edafoclimáticos, a BRS Paiaguás tolera solos de fertilidade média e requer precipitação anual de pelo menos 800 mm (Citação???). Para garantir longevidade e produtividade, recomenda-se iniciar o pastejo com 35 cm de altura da forragem e retirar os animais aos 20 cm (Euclides *et al.*, 2016).

Quanto à capacidade de suporte, a taxa de lotação varia de 1,5 UA/ha no período seco a 3,7 UA/ha na estação chuvosa, refletindo sua boa adaptação a ambientes adequados. A produção anual de forragem alcança de 9 a 15 t MS/ha, com florescimento precoce a partir de dezembro (Sekiya, 2019). Em contrapartida, embora seja tolerante à estiagem, a BRS Paiaguás possui baixa tolerância ao frio e ao encharcamento do solo, além de alta suscetibilidade à cigarrinha das pastagens. Dessa forma, seu uso em regiões com essas condições requer manejo cuidadoso.

2.5 Consórcio de milho com Capim

Além da diversificação das atividades e benefícios aos solos degradados, os sistemas integrados podem também ser utilizados na produção de silagem, evitando a escassez de alimentos durante a entressafra forrageira. De acordo com Paula *et al.*

(2021), a silagem representa 67,7% da escolha dos nutricionistas a ser utilizada como fonte primária de volumoso, sendo que a silagem de milho é a mais utilizada, representando 38,10% deste total.

Tradicionalmente, dentre as forrageiras utilizadas com o propósito de ensilagem, o milho é a que mais se destaca, sobretudo em razão do seu valor nutritivo e da boa produção de massa por unidade de área cultivada (Zeoula *et al.*, 2003). Os benefícios oriundos do consórcio Milho-capim são obtidos quando existe um efeito residual e acumulativo, em cerca de quatro ou mais anos consecutivos, o que explica os resultados apresentados por Mechi *et al.*, (2016). Além de ser competitivo, o milho como planta dominante no consórcio Milho-capim apresenta crescimento inicial mais rápido que as plantas forrageiras, apresentando baixa concorrência das forrageiras (Pereira *et al.*, 2016).

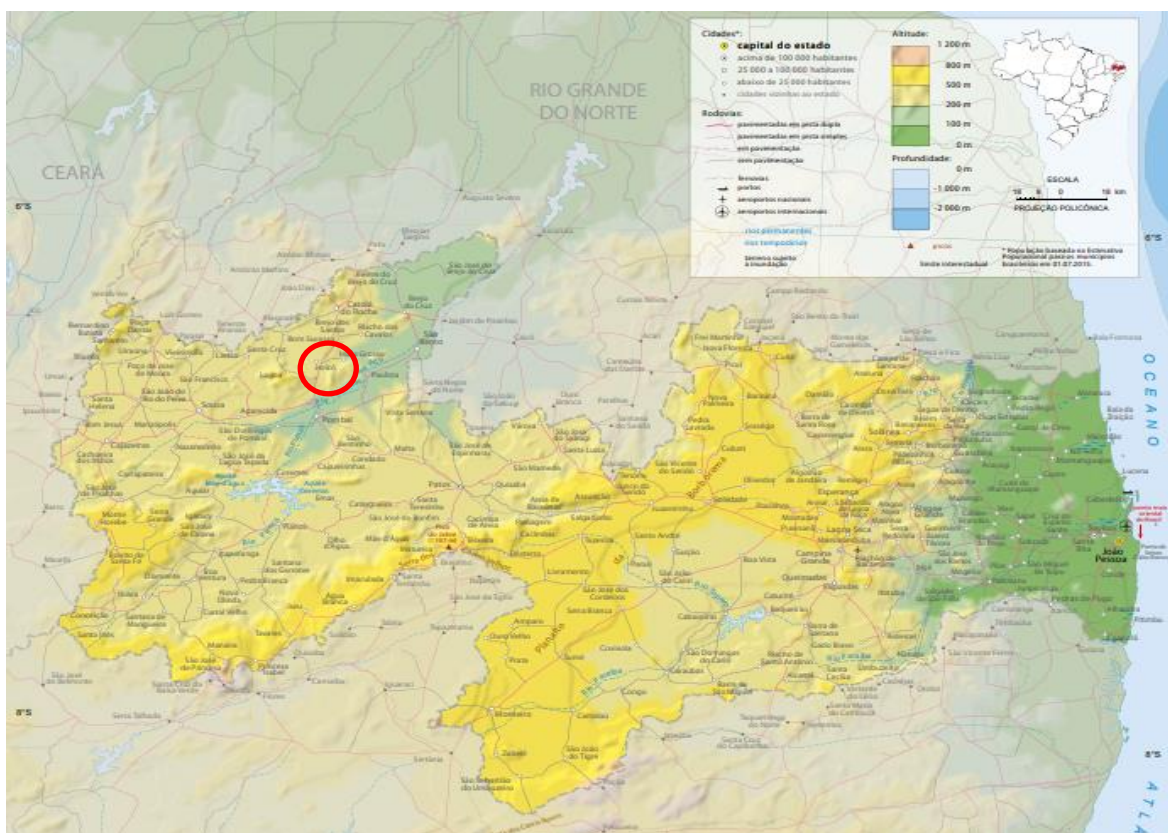
Embora o milho apresente rápido crescimento inicial e baixa competição entre as gramíneas (Pereira *et al.*, 2016), sua associação com forrageiras permite aproveitar tanto a silagem de milho quanto o pastejo ou a palhada das gramíneas remanescentes (Timossi *et al.*, 2007). Contudo, a sustentabilidade do sistema depende do planejamento criterioso das cultivares a serem consorciadas, sucedidas e rotacionadas (Parizi *et al.*, 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área

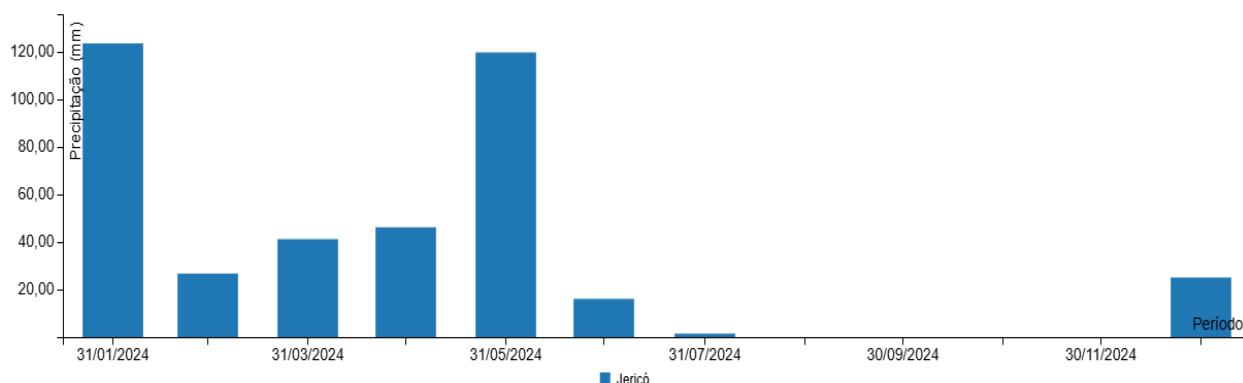
O experimento foi conduzido no Sítio Muquila, localizado no município de Jericó-PB, Brasil (Latitude: 6°33'14" Sul; Longitude: 37°48'32" Oeste). O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen e Geiger (1961), é do tipo semiárido quente com chuvas de verão (Bsh). Essa região apresenta baixa pluviosidade, distribuição irregular de chuvas, elevada taxa de evaporação, forte insolação, baixa nebulosidade e temperaturas médias elevadas, em torno de 27 °C. De acordo com o Departamento de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal de Campina Grande, a precipitação média anual é de 866,6 mm e a temperatura média anual é de 26,6 °C. No ano de 2024, a pluviosidade registrada foi de 1.020,7 mm. Nas Figuras 1, 2 e 3 são apresentadas o mapa territorial do estado da Paraíba, o gráfico de índice pluviométrico e o mapa de distribuição das chuvas, respectivamente.

Figura 1 – Mapa territorial do estado da Paraíba, com destaque para o município de Jericó-PB, com destaque circular em vermelho.



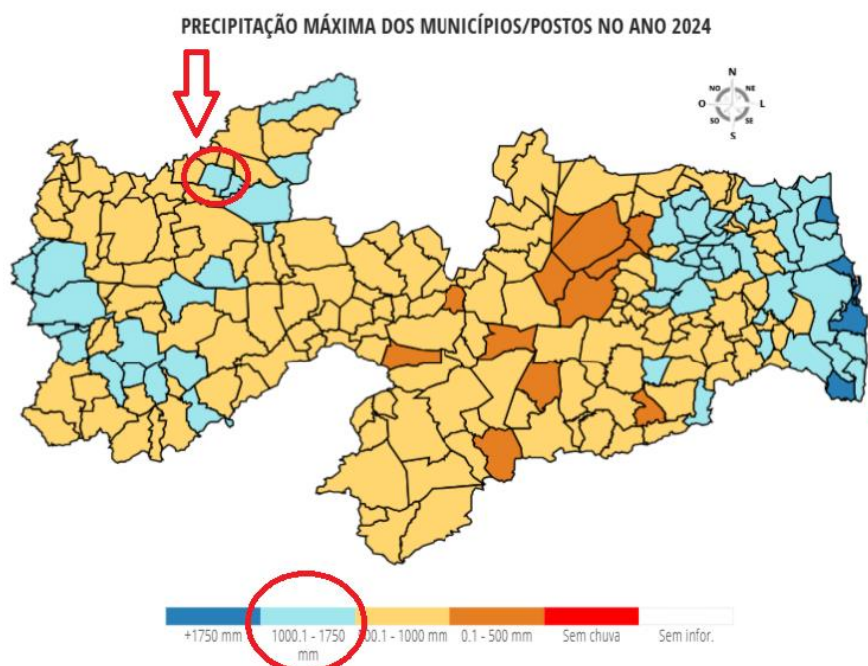
Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2025).

Figura 2 – Gráfico do índice pluviométrico do ano de 2024 referente ao município de Jericó-PB.



Fonte: Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (2025).

Figura 3 – Mapa da distribuição pluviométrica referente ao ano de 2024 no estado da Paraíba.



Fonte: Adaptado de Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (2025).

3.2 Implantação do experimento

O experimento foi realizado entre janeiro até junho de 2024. Inicialmente, foi realizada a análise do solo com coletas na profundidade de 0 a 20 cm, utilizando um trado. Foram obtidas 20 amostras simples por hectare, que foram homogeneizadas

para formar uma amostra composta de 0,5 kg. Esta foi enviada ao Laboratório de Análise de Solos da Universidade Federal de Campina Grande (Tabela 1). As recomendações de calagem e adubação seguiram o Manual de Recomendação para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação (Ribeiro *et al.*, 1999).

Tabela 1 – Análise química e textural do solo.

Resultado da Análise Química									
pH	M.O	P	Ca	Mg	K	Na	H + Al	T	V
CaCl ₂ 0,01M	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----						%
6,3	-	38,5	5,5	2,5	0,57	0,31	1,6	10,5	84,7
Resultado da Análise Física									
Granulometria			Classe Textural						
g kg ⁻¹			USDA						
Areia	Silte	Argila	Franco Arenoso						
733	177	90							

Fonte: Laboratório de Solos e Águas da Universidade Federal de Campina Grande (2023).

O delineamento experimental foi composto por dois tratamentos com seis repetições cada, totalizando 12 unidades experimentais. Ambos os tratamentos consistiram em sistemas ILP, tendo o milho híbrido K9555 VIP3 como cultura principal, consorciado com diferentes gramíneas forrageiras: *Milho-Andropogon*: consórcio do milho com *Andropogon gayanus* cv. Planaltina e *Milho-Paiaguás*: consórcio do milho com *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás.

O preparo do solo incluiu gradagem a 20 cm de profundidade, seguida da demarcação da área em piquetes, conforme esquema previamente definido. A semeadura foi realizada manualmente com uso de plantadeira tipo “matraca”, adotando espaçamento de 0,80 m entre linhas e 0,40 m entre covas, com deposição de 2 a 4 sementes por cova.

As adubações de fundação e cobertura foram realizadas de acordo com a recomendação sugerida pelo Manual de Recomendação para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação (Ribeiro *et al.*, 1999), sendo utilizados 30 kg de N fornecidos na forma de Ureia a 45% de N (66,6 kg de Ureia), 20 kg de P₂O₅

fornecidos na forma de superfosfato simples a 18% de P_2O , 21% de Ca, e 15% de S, usando como base a exigência de P para o cálculo da quantidade totalizando 112 kg. Os 20 kg de potássio foram fornecidos usando cloreto de potássio 60% de K_2O , 34 kg.

Em cobertura foram utilizados 133 kg de Ureia, essas adubações sendo realizadas e divididas em duas aplicações levando em consideração a textura franco arenosa do solo e os estádios fenológicos das plantas de milho, sendo a primeira realizada em V3 (três folhas completamente desenvolvidas) onde as folhas e espigas que a planta eventualmente irá produzir estão sendo formadas, pode-se dizer, que o estabelecimento do número máximo de grãos, ou a definição da produção potencial nessa fase (Embrapa, 2006). A segunda realizada em V9 onde a cultura define o número de fileiras por espiga e o tamanho de espiga (Pacentschuk *et al.*, 2014).

3.3 Avaliação de produtividade

A semeadura do milho junto com os capins foi realizada em 17 de janeiro de 2024. As avaliações ocorreram nos dias 17 e 18 de abril, com 87 dias após a semeadura, quando os grãos apresentavam metade da linha do leite preenchido – ponto ideal para ensilagem. A colheita do milho seco foi realizada em 4 de junho (140 dias após semeadura).

Foram selecionadas quatro plantas de milho por repetição (24 por tratamento), além das respectivas forrageiras consorciadas. Utilizou-se o método de dupla amostragem por transecto adaptado (Haydock e Shaw, 1975), com cortes a 5 cm do solo. A coleta do milho foi realizada na linha de semeadura e a do capim na entrelinha central.

Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e transportadas à casa de apoio, onde foram separadas morfológicamente. Para o milho, foram separados e pesados lâmina foliar, colmo e espiga. Para os capins, foram avaliados lâmina foliar e colmo. Após pesagem, os materiais foram congelados e encaminhados ao Laboratório de Forragicultura da Universidade Federal da Paraíba, onde foram descongelados, pesados e colocados em estufa de ventilação forçada a 55 °C por 72 horas. Após a secagem, realizou-se nova pesagem para determinação da MS, conforme descrito na Equação 1.

Equação 1:

$$MF = (P/a) \times (Ms/100) \times 10000 \text{ (m}^2\text{)}$$

Onde:

MF = massa de forragem

P= peso da amostra no quadrado

a= área do quadrado (m²)

Ms= matéria seca da amostra

A PMS foi calculada com base na razão entre a massa seca e a massa verde. Com esses dados, foram estimados: PMS e PMV por hectare, percentual de lâmina foliar (%), percentual de colmo (%) e a relação folha/colmo. A produção foi estimada multiplicando-se a massa de forragem por metro linear pelo número de metros lineares por hectare.

3.4 Orçamentos e avaliação de custos

Para a determinação dos custos de implantação do sistema ILP foi realizado um orçamento na cidade pertencente a microrregião de Catolé do Rocha-PB, no 4º trimestre de 2023, meses antes da implantação do experimento. E assim foi definido os custos com todos os insumos utilizados para a implantação de 1 hectare de cada tratamento, incluindo análises laboratoriais, fertilizantes, inseticidas, herbicidas, horas de trator, mão de obra nos tratos culturais, sementes e outros. Os custos com maquinários foram determinados ao final da implantação com a verificação do tempo necessário com cada etapa de preparo e implantação do sistema.

Para estimativas de lucro com o sistema foi realizada uma pesquisa do valor (R\$) comercializado da silagem de milho no período seco (2º semestre do ano de 2024) em 10 cidades na região do Sertão da Paraíba em torno da cidade de Jericó-PB, também foi realizada uma pesquisa do valor da saca de 60 kg de milho, para assim abrir possibilidade de mostrar ao produtor duas possíveis fontes de renda através do sistema ILP, sendo uma através da colheita do grão seco e outra através da ensilagem do milho com capim para comercialização.

3.5 Razão benefício/custo

A Razão B/C é um índice que compara o valor presente dos benefícios com o valor presente dos custos de um projeto. Ela serve para indicar quanto de benefício é gerado para cada real investido. Este método invoca a ideia central de qualquer análise de investimento, isto é, verificar se os benefícios são maiores do que os custos. É um método gerencial cuja análise permite conclusões importantes quando

se dispõe de várias alternativas de investimento. Ela compara as receitas e despesas durante um período de tempo. Toda vez que as receitas superaram as despesas, o projeto é considerado viável, conforme consta na Equação 2, descrita a seguir:

Equação 2:

$$B / C = \frac{\text{Valor presente dos benefícios (R)}}{\text{Valor presente das despesas (D)}}$$

Onde:

B = Benefício;

C = Custo;

R = Soma das receitas apresentadas no fluxo de caixa;

D = Soma das despesas apresentadas no fluxo de caixa.

Valor da Razão B/C	Interpretação
$B/C > 1$	O projeto é viável (benefícios superam os custos)
$B/C = 1$	O projeto apresenta-se em equilíbrio (benefícios = custos)
$B/C < 1$	O projeto é inviável (custos superam os benefícios)

A relação B/C vai indicar quantas unidades de capital recebido como benefício são obtidas para cada unidade de capital investido (Noronha,1987; Silva, 2013).

3.6 Análises estatísticas

Todas as variáveis foram submetidas ao teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade dos dados e através do teste de Levene verificou-se a homogeneidade de variância. Posteriormente, seguiu-se com a análise dos dados levando em consideração um experimento em blocos casualizados, com dois tratamentos, sendo sistema ILP Milho-Andropogon ou sistema ILP Milho-Paiaguás e seis repetições, considerando-se o tipo de sistema ILP como efeito fixo, o bloco e o erro experimental como efeitos aleatórios, de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + \beta_j + \epsilon_{ijk}$$

Onde: Y_{ijk} = variável resposta no bloco β_j submetido ao sistema ILP da variável dependente;

μ = média geral;

S_i = efeito fixo do i -ésimo tratamento (sistema ILP), S_i , 1 e 2;

β_j = efeito aleatório do j -ésimo bloco, β_j , 1, 2, 3, 4, 5 e 6; ϵ_{ijk} = erro experimental aleatório ou desvio associado à observação.

Todos os dados foram submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste F ao nível de significância de 5% ($P \leq 0,05$), como nível crítico de probabilidade para erro tipo I, utilizando o Software Sisvar 5.8 (Ferreira, 2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se efeito de teor de MS para os dois tipos de capins utilizados nos sistemas ILP ($P = 0,0026$), onde o capim Andropogon em consórcio com o milho apresentou maior teor de MS (282,22 g/kg), comparado com o capim BRS Paiaguás em consórcio com o milho (265,58 g/kg), conforme apresentado na Tabela 2.

Entretanto, não foram verificadas diferenças para as demais variáveis avaliadas em ambos os dois tipos de capins: percentual de folhas ($P = 0,6685$), percentual de colmo ($P = 0,6685$), PMV ($P = 0,0648$) e PMS ($P = 0,0830$), apresentando valores médios de $273,90 \pm 11,76$ g/kg; $50,31 \pm 1,84\%$; $49,68 \pm 1,84\%$; $3.302,60 \pm 1.756,71$ kg/ha; $895,80 \pm 442,64$ kg/ha, respectivamente, independentemente do tipo de capim utilizado no consórcio com o milho (Tabela 2).

Tabela 2 – Teor de matéria seca, percentual de folhas, percentual de colmo, produtividade de matéria verde (PMV) e produtividade de matéria seca (PMS) dos capins utilizados nos sistemas de Integração-Lavoura-Pecuária, compostos por Milho em consórcio com capim Paiaguás ou Milho em consórcio com capim Andropogon.

Variável	Tratamento ¹		EPM ²	P-valor ³
	Milho-Paiaguás	Milho-Andropogon		
Matéria seca (g/kg)	265,58	282,22	2,12	0,0026
Folha (%)	51,62	49,01	4,06	0,6685
Colmo (%)	48,38	50,99	7,03	0,6685
PMV (kg/ha)	4.544,79	2.060,42	744,61	0,0648
PMS (kg/ha)	1.208,80	582,80	204,74	0,0830

¹Tratamento: Milho-Paiaguás - sistema de integração lavoura-pecuária, com o milho cultivado em consórcio com o capim BRS Paiaguás, Milho-Andropogon - sistema de integração lavoura-pecuária, com o milho cultivado em consórcio com o capim Andropogon; ²EPM: erro padrão da média; ³Pvalor: valores médios seguidos da significância da probabilidade de $P \leq 0,05$ diferem entre si pelo teste F para o efeito de tipo de sistema de integração lavoura-pecuária.

Os resultados observados para o teor de MS no capim Andropogon divergem dos valores reportados na literatura. De acordo com Costa *et al.* (2017), teores de MS entre 320 a 360 g/kg são esperados aos 90 dias de crescimento. No entanto, no presente estudo, valores inferiores foram registrados, possivelmente em função da

menor eficiência fotossintética resultante do sombreamento provocado pelo dossel do milho, o que reduz a taxa assimilatória líquida da forrageira (Alvarenga *et al.*, 2006). Em relação ao capim BRS Paiaguás, os teores de MS obtidos foram semelhantes aos relatados por Chizzotti *et al.* (2005), que observaram valores de 25,1% e 26,4% para o capim Marandu consorciado com sorgo, logo nossos resultados corroboram com os achados relatados pelos referidos autores.

A morfologia das forrageiras influencia diretamente sua estrutura e resposta ao sombreamento em sistemas integrados. Segundo Montagner *et al.* (2018) em sistemas ILP, a BRS Paiaguás apresenta variações na relação folha/colmo dependendo da época de semeadura, e pode apresentar uma relação folha/colmo de 1,033 em sistema de semeadura simultâneo ao milho. O capim *Andropogon* morfologicamente apresenta maior proporção de colmo em relação a folhas (Santos *et al.*, 2005), devido ao seu crescimento ereto e cespitoso e também a resposta ao sombreamento com alongamento de colmo em busca de luz.

O maior acúmulo de MS verificado no capim BRS Paiaguás em consórcio com milho, quando comparado ao capim *Andropogon*, pode ser explicado por questões morfofisiológicas e adaptativas. O Paiaguás apresenta porte médio, colmos mais finos e folhas menores e apresenta crescimento semi-decumbente (Oliveira, 2017) oferecendo maior cobertura do solo e conseqüentemente maior acúmulo de forragem. Suas características estruturais favorecem seu desenvolvimento sob sombreamento (Euclides *et al.*, 2016). Em sistemas integrados, essas características são vantajosas, pois permitem maior interceptação da luz difusa entre as fileiras de milho, aumentando a eficiência fotossintética da planta, mesmo sob restrição de luminosidade.

Além disso, a BRS Paiaguás demonstra elevada tolerância ao déficit hídrico e ao sombreamento, fatores comuns em sistemas ILP, principalmente durante os estágios finais do ciclo do milho e no período seco. Essa adaptabilidade permite que a forrageira mantenha boa produtividade mesmo em condições climáticas adversas, conforme relatado por Euclides *et al.* (2016), o que justifica seu maior acúmulo de MS observado no presente estudo.

Em contrapartida, o capim *Andropogon*, embora reconhecido por sua rusticidade, apresenta porte elevado, colmos espessos e menor proporção de folhas (Santos *et al.*, 2005). Seu crescimento ereto e cespitoso limita a capacidade de interceptação de luz sob sombreamento, além de favorecer o alongamento de colmo em busca de luz, o que pode comprometer a produção de biomassa útil. Dessa forma,

em consórcio com milho, a competição por luz afeta negativamente seu desenvolvimento, podendo resultar em menor produção de massa verde e matéria seca (Euclides, 2016), características essas que não foram verificadas em nosso estudo.

Segundo Silva *et al.* (2010), a resposta das culturas ao ambiente pode ser tal que mesmo cultivares diferentes apresentem desempenhos semelhantes sob certas condições, o que pode ocorrer, por exemplo, quando o manejo das plantas e as condições ambientais são adequados e homogêneos para ambas as cultivares. Lima *et al.* (2015) destacam que mesmo dentre as cultivares de milho, dependendo das suas características genéticas, podem ter uma distribuição de biomassa entre folha e colmo bastante semelhante, resultando em percentuais de matéria seca (como folhas) sem diferenças significativas.

A falta de diferença significativa entre os tratamentos pode ser explicada pelo ambiente (manejo adequado e condições climáticas favoráveis). Isso pode resultar em uma resposta uniforme das plantas para as variáveis analisadas, apesar dos tratamentos.

A única variável que apresentou diferença estatística significativa ($P = 0,0471$) foi o percentual de colmo, com valores mais elevados no consórcio Milho-Andropogon (37,46%) comparado com o consórcio Milho-Paiaguás (33,59%) (Tabela 3). Esse resultado está em consonância com os achados de Lima (2023), que avaliou sistemas em monocultivo e em sistema ILP, observando teores de MS relativamente estáveis ao longo dos ciclos. No presente estudo, os teores de MS apresentaram-se dentro da faixa relatada por Jobim *et al.* (2007), entre 300 a 350 g/kg, considerada ideal para a colheita do milho visando a produção de silagem de boa qualidade aos 90 dias após a semeadura.

A maior proporção de colmo do milho observada no consórcio com Andropogon em comparação ao consórcio com BRS Paiaguás pode ser explicada pelas características morfológicas do Andropogon, como porte mais elevado, crescimento ereto e hábito cespitoso (Santos *et al.*, 2005). Essas características resultam em maior vigor inicial e competição por luz, especialmente nas fases precoces do desenvolvimento do milho. Essa competição induz a planta de milho a alocar mais recursos para o alongamento do colmo, reduzindo a proporção relativa de folhas e espigas.

Em contraste, o BRS Paiaguás, por apresentar hábito de crescimento mais

prostrado e menor agressividade inicial, impõe menor competição vertical, favorecendo uma distribuição mais equilibrada da biomassa do milho. Com isso, há maior proporção de estruturas reprodutivas e foliares, o que pode resultar em melhor qualidade da forragem. Essa diferença na interação entre milho e forrageiras consorciadas tem impacto direto sobre a composição morfológica da planta e, consequentemente, sobre o valor nutricional da forragem, conforme também relatado por *Jobim et al.* (2007), *Euclides et al.* (2010) e *Zimmer et al.* (2012).

Complementarmente, *Euclides et al.* (2015) reportaram produtividade de 17 t MS/ha em sistemas ILP com milho, valor semelhante ao observado no consórcio Milho-Paiaguás no presente estudo. Esses dados reforçam que a ILP pode influenciar de forma significativa tanto o rendimento quanto a composição morfológica da forragem. A competição entre espécies no consórcio altera o crescimento relativo das partes da planta, modificando não apenas a produtividade, mas também a qualidade do material colhido.

Na Tabela 3 observa-se os resultados do teor de matéria seca, percentual de folhas, percentual de colmo, percentual de espiga, produtividade de matéria verde (PMV) e produtividade de matéria seca (PMS), produtividade total de matéria verde milho + capim (PMV total) e produtividade total de matéria seca milho + capim (PMS total) das plantas de milho

Tabela 3 – Teor de matéria seca, percentual de folhas, percentual de colmo, percentual de espiga, produtividade de matéria verde (PMV) e produtividade de matéria seca (PMS), produtividade total de matéria verde milho + capim (PMV total) e produtividade total de matéria seca milho + capim (PMS total) das plantas de milho utilizadas nos sistemas de Integração-Lavoura-Pecuária, compostos por Milho em consórcio com capim Paiaguás ou Milho em consórcio com capim Andropogon.

Variável	Tratamentos ¹		EPM ²	P-valor ³
	Milho-Paiaguás	Milho-Andropogon		
Matéria seca (g/kg)	344,52	339,72	1,92	0,1378
Folha (%)	16,19	16,06	1,00	0,9332
Colmo (%)	33,59	37,46	1,04	0,0471
Espiga (%)	50,22	46,47	1,36	0,1084
PMV (kg/ha)	50.545,83	48.317,71	1.914	0,4480
PMS (kg/ha)	17.425,95	16.408,20	685	0,3416
PMV total (kg/ha)	53.364,58	51.136,46	1.914	0,4480
PMS total (kg/ha)	20.244,70	19.226,95	685	0,3416

¹Tratamento: Milho-Paiaguás - sistema de integração lavoura-pecuária, com o milho cultivado em consórcio com o capim BRS Paiaguás, Milho-Andropogon - sistema de integração lavoura-pecuária, com o milho cultivado em consórcio com o capim Andropogon; ²EPM: erro padrão da média; ³Pvalor: valores médios seguidos da significância da probabilidade de $P \leq 0,05$ diferem entre si pelo teste F para o efeito de tipo de sistema de integração lavoura-pecuária.

Os resultados obtidos para a PMV e PMS do milho nos sistemas consorciados com capim Andropogon ou com capim BRS Paiaguás foram compatíveis com os valores encontrados na literatura para sistemas ILP. Não houve efeito para a PMV ($P = 0,4480$) apresentando valor médio de 48.317,71 kg/ha no consórcio com Andropogon e 50.545,83 kg/ha com BRS Paiaguás, bem como não houve efeito para a PMS ($P = 0,3416$), com valor médio de 16.408,20 e 17.425,95 kg/ha para Milho-Andropogon e Milho-Paiaguás, respectivamente (Tabela 3).

Esses valores estão dentro das faixas normalmente relatadas para sistemas integrados, que variam de 35.000 a 55.000 kg/ha para PMV e de 11.000 a 18.000

kg/ha para PMS, conforme Jobim *et al.* (2007), Euclides *et al.* (2010) e Nussio *et al.* (2019). Ainda que o consórcio com BRS Paiaguás tenha apresentado uma superioridade produtiva do ponto de vista numérico, esse comportamento já foi descrito por Zimmer *et al.* (2012) e Euclides *et al.* (2015), que atribuíram esse resultado às características morfológicas e fisiológicas de forrageiras menos agressivas. Forrageiras com hábito prostrado, como o BRS Paiaguás, tendem a competir menos com o milho durante as fases iniciais do desenvolvimento, favorecendo maior alocação de biomassa para estruturas como folhas e espigas.

A comparação dos teores de MS obtidos aos 90 dias após a semeadura em diferentes sistemas de cultivo, conforme a literatura. Os valores de MS variam entre 28% e 35%, dependendo do sistema adotado, e as referências indicam que o Sistema ILP no Cerrado apresenta valores de 31 a 34%, de acordo com Euclides *et al.* (2010). Já híbridos de milho voltados para silagem, segundo Jobim *et al.* (2007) e Nussio *et al.* (2019), apresentam teores de MS entre 30% e 35%. O cultivo convencional, conforme Garcia *et al.* (2004), pode apresentar teores de MS variando de 28% a 35%. Esses dados sugerem que o teor de matéria seca não sofre grandes variações entre os sistemas.

Além disso, de acordo com Borghi *et al.* (2007), o consórcio com o milho promove uma redução temporária na produção de folhas, colmos e bainhas pelas forrageiras, em virtude da competição com a cultura principal. No entanto, essas plantas apresentam elevado potencial de rebrota após a colheita do milho, priorizando a emissão de folhas e contribuindo para o aumento da disponibilidade de forragem durante o período seco. Esse comportamento adaptativo foi igualmente destacado por Batista *et al.* (2011), que ressaltam a importância dessas espécies na manutenção da alimentação dos rebanhos em épocas críticas do ano.

Portanto, a adoção do sistema ILP com milho consorciado a forrageiras perenes, como *Andropogon* ou BRS Paiaguás, representa uma estratégia eficiente para intensificação sustentável da produção agropecuária, com potencial para fornecer forragem em quantidade e qualidade adequadas ao longo do ano.

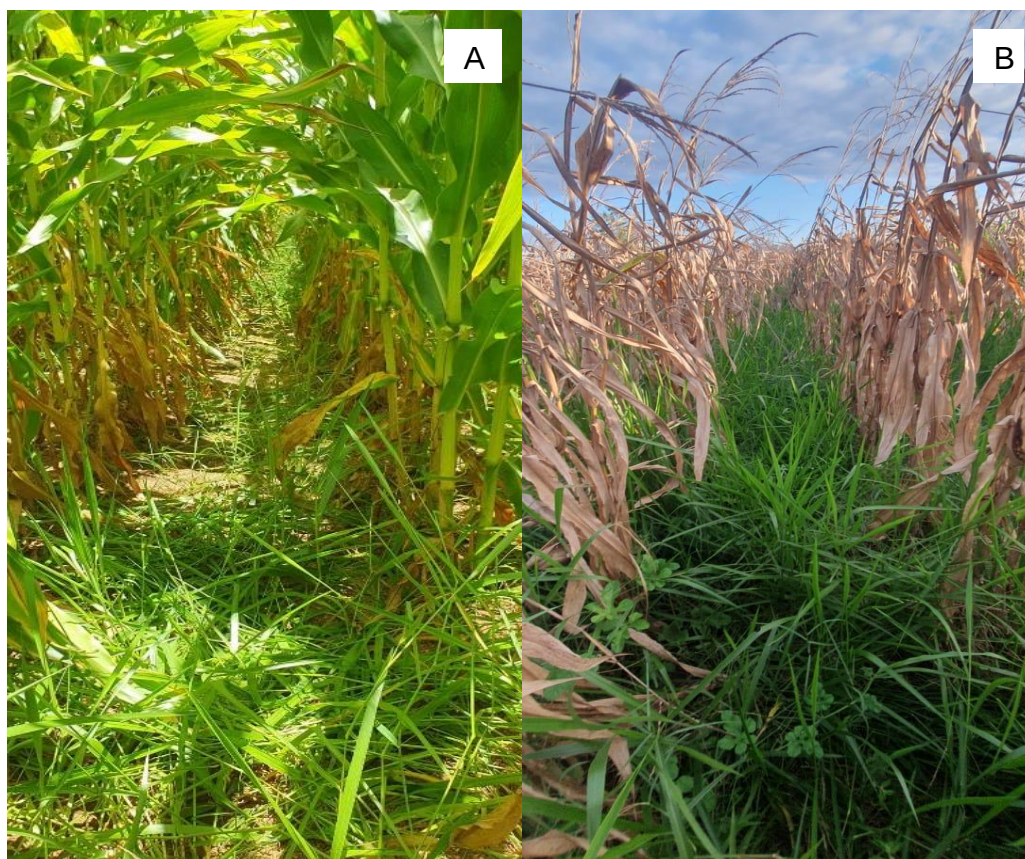
Os valores de PMV variam de 40.000 a 60.000 kg/ha para o milho solteiro, conforme estudos de Jobim *et al.* (2007), Euclides *et al.* (2010) e Nussio *et al.* (2019). Esse valor está relacionado à produção total de biomassa da planta, antes da perda de água (evaporação ou secagem). Para o milho em sistema ILP (com forrageiras), a produção de PMV varia de 35.000 a 55.000 kg/ha, conforme Zimmer *et al.* (2012) e

Euclides *et al.* (2015). Esses resultados indicam que o milho cultivado de forma isolada tende a ter uma produção maior de matéria verde, o que pode ser devido à competição reduzida com outras culturas, já que no sistema ILP há a integração com forrageiras, o que pode reduzir a biomassa de milho por competição por recursos como luz e nutrientes.

Em relação à PMS, o milho solteiro apresenta um intervalo de 12.000 a 20.000 kg/ha, conforme Jobim *et al.* (2007), Nussio *et al.* (2019) e Euclides *et al.* (2010). Já no sistema ILP com forrageiras, a PMS varia de 11.000 a 18.000 kg/ha. A redução da produção de matéria seca no sistema ILP pode ser atribuída à maior competitividade entre o milho e as forrageiras, o que resulta em menor acúmulo de biomassa seca, além da possível diluição da biomassa do milho por outros componentes do sistema.

O milho cultivado de forma isolada (milho solteiro) apresenta uma maior PMV quanto PMS em comparação com o milho cultivado no sistema ILP com forrageiras. Essa diferença pode ser explicada pela maior competição no sistema ILP, que envolve o milho e as forrageiras, o que reduz a disponibilidade de recursos e a eficiência do milho em produzir biomassa. No entanto, os valores ainda são consideráveis para ambos os sistemas, indicando que o uso de milho no sistema ILP também pode ser eficaz, especialmente quando integrado com outras culturas para otimizar a produção de biomassa. Na Figura 4, evidencia-se as diferenças temporais dos sistemas ILP aos 90 e aos 140 dias após semeadura.

Figura 4 – Integração lavoura pecuária aos 90 dias após semeadura (A) e integração lavoura pecuária aos 140 dias após semeadura (B).



Fonte: Santiago Alves de Oliveira (2024).

Aos 140 dias após o plantio, as espigas de milho foram colhidas manualmente, despalhadas e armazenadas para posterior debulha. A colheita foi realizada em área total correspondente a 0,5 hectare, contemplando toda a extensão do experimento. Foram obtidos 4.500 kg de grãos, o que equivale a 75 sacas de 60 kg ou, em termos de produtividade, 9.000 kg/ha (100 sacas/ha). Esses ganhos evidenciam a viabilidade técnica da ILP como estratégia para intensificação sustentável da produção de grãos na região semiárida (Tabela 4).

Esse rendimento expressivo destaca o potencial produtivo do milho em sistema ILP no semiárido. Para fins comparativos, a produtividade média do milho no estado da Paraíba é significativamente inferior, estimada em apenas 469 kg/ha, segundo dados do Censo Agropecuário (IBGE, 2023). Em escala nacional, a produtividade média registrada na safra 2020/2021 foi de 4.366 kg/ha.

Em sistemas ILP bem manejados, a produtividade do milho para grãos tende a se aproximar da observada em cultivos exclusivos, sobretudo quando há planejamento adequado e uso eficiente da adubação de base e de cobertura. Essa condição favorece o equilíbrio competitivo entre as culturas, sem comprometer significativamente o desempenho do milho.

De acordo com Balbino *et al.* (2011), em sistemas ILP com manejo apropriado, a produtividade do milho-grão pode atingir até 95% ou mais do rendimento obtido em monocultivo, reforçando a viabilidade agrônômica e econômica dessa estratégia. Essa performance é atribuída à compatibilidade entre as espécies consorciadas e ao manejo racional dos recursos edáficos e climáticos.

Por outro lado, a adoção inadequada de práticas de manejo pode comprometer o desempenho do milho. Conforme observado por Euclides *et al.* (2010), fatores como competição excessiva por luz, água e nutrientes, ressemeadura mal executada ou compactação do solo provocada pelo pastejo podem reduzir significativamente o rendimento da cultura. Esses aspectos ressaltam a importância de um manejo criterioso, que garanta o equilíbrio entre as espécies consorciadas e preserve as condições ideais para o desenvolvimento do milho-grão.

A implantação de um hectare do consórcio entre milho e BRS Paiaguás demandou um investimento total de R\$ 3.891,62, considerando os custos com sementes, insumos, maquinários e mão de obra. Desse montante, aproximadamente 66% foram destinados à aquisição de sementes, enquanto R\$ 2.411,50 corresponderam aos custos com maquinários e insumos, e R\$ 1.480,00 às diárias de serviços (Tabela 4).

Os custos detalhados de implantação, manutenção do sistema e das operações agrícolas encontram-se discriminados nas Tabelas 4, 5 e 6. As receitas foram estimadas com base nos preços médios regionais, tanto da saca de milho de 60 kg quanto da tonelada de silagem. Para a modalidade grão, considerou-se a produção de 100 sacas de 60 kg, com preço médio de R\$ 100,00 por saca, resultando em uma receita bruta de R\$ 10.000,00.

Tabela 4 – Custos de implantação com insumos e serviços para a implantação.

Insumos / serviços	Und.	Qtd.	Custo Unitário	Custo total	% dos custos
Super fosfato simples	Kg	112	R\$ 3,12	R\$ 349,44	9,52
Cloreto De Potássio	Kg	34	R\$ 3,32	R\$ 112,88	3,07
Ureia	Kg	67	R\$ 3,40	R\$ 227,80	6,20
Calcário	T	0	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0,00
Semente de MILHO	Kg	20	R\$ 103,70	R\$ 2.074,00	56,49
Semente de capim	Kg	10	R\$ 33,75	R\$ 337,50	9,19
Plantio da semente de capim	diária	0,5	R\$ 80,00	R\$ 40,00	1,09
Distribuição adubo cobertura	diária	0,5	R\$ 80,00	R\$ 40,00	1,09
Gradagem leve	hora	2	R\$ 220,00	R\$ 440,00	5,99
Herbicida + aplicação	hora	1	R\$ 50,00	R\$ 50,00	1,36
Inseticida + aplicação	hora	2	R\$ 50,00	R\$ 100,00	2,72
Plantadeira	diária	1	R\$ 120,00	R\$ 120,00	3,27
			Total/hectare	R\$ 3.891,62	100,00

Com uma produtividade de 51.136,46 kg de matéria natural por hectare, o custo por quilograma de matéria natural foi de R\$ 0,07. Quando convertido para MS, considerando os teores médios observados no experimento, o custo por quilograma de MS foi de R\$ 0,20 (Tabela 5).

Esses resultados evidenciam a viabilidade econômica do sistema ILP com BRS Paiaguás, especialmente quando se busca a produção de volumoso de baixo custo e boa qualidade. A relação custo-benefício observada reforça o potencial dessa estratégia para pequenos e médios produtores do semiárido, sendo compatível com os princípios de sustentabilidade produtiva e econômica que regem os sistemas

integrados.

Tabela 5 – Custos médios por hectare com atividades de colheita e ensilagem.

Colheita e Ensilagem	Unid.	C.T.	Preço	Custo Médio/ha
		Média/ha	Unitário	
Corte e picagem	hora	2,5	R\$ 220,00	R\$ 550,00
Transporte da forragem picada / silo	hora	0,4	R\$ 120,00	R\$ 48,00
Compactação com trator	hora	1,5	R\$ 100,00	R\$ 150,00
Mão-de-obra no campo	diária	3	R\$ 70,00	R\$ 210,00
Lona plástica	metros	25	R\$ 17,00	R\$ 425,00
			Total:	R\$ 1.383,00

Tabela 6 – Custos da colheita do milho grão e debulha; Prod= Produção total.

Colheita e debulha	Unid.	C.T.	Preço	Custo Médio/ha
		Média/ha	Unitário	
Colheita das espigas	diária	6	R\$ 70,00	R\$ 420,00
Transporte das espigas	diária	1	R\$ 70,00	R\$ 70,00
Debulhador	%	7% da Prod.	R\$ 100,00	R\$ 700,00
Mão-de-obra debulha	diária	1	R\$ 60,00	R\$ 60,00
Sacos para armazenamento	unid	50	R\$ 1,00	R\$ 50,00
			Total:	R\$ 1.300,00

Os custos operacionais foram mensurados com base na realidade regional, considerando tanto os valores praticados para serviços mecanizados quanto a disponibilidade local de mão de obra terceirizada. Observa-se que os custos das operações de colheita do milho para grão e da ensilagem são similares; no entanto,

suas naturezas operacionais diferem substancialmente. A colheita destinada à produção de grãos é majoritariamente manual, com mecanização restrita à etapa de debulha, que ainda exige abastecimento manual do trator. Por outro lado, o processo de ensilagem apresenta elevado grau de mecanização, tornando-se operacionalmente mais eficiente.

No caso da silagem, estimou-se uma produtividade de 50 toneladas por hectare, com preço médio de R\$ 500,00 por tonelada na região. Considerando perdas de 15% no processo fermentativo (gases e efluentes), adotou-se a fórmula ajustada $((50 \times 500) / 0,85)$, totalizando uma receita bruta de R\$ 21.250,00. A viabilidade econômica foi avaliada por meio da Razão B/C, conforme os princípios propostos por Noronha (1983) e Silva (2013), utilizando a fórmula: $B/C = \text{Receita Total} / \text{Custo Total}$. Os resultados indicaram que ambas as modalidades são economicamente viáveis, apresentando valores superiores a 1,0. A produção de milho para grão apresentou retorno de R\$ 1,93 para cada real investido, enquanto a produção destinada à silagem apresentou retorno de R\$ 4,03 por real investido (Tabela 7).

Tabela 7 – Relações de benefícios/custos.

Descrição	ILP - Milho para Grão (R\$)	ILP - Milho para Silagem (R\$)
RECEITAS	R\$ 10.000,00	R\$ 21.250,00
Custos lavoura	R\$ 3.891,62	R\$ 3.891,62
Custos Colheita	R\$ 1.300,00	R\$ 1.383,00
Lucro R\$	R\$ 4.808,38	R\$ 15.975,38
B/C	R\$1,93	R\$ 4,03

5 CONCLUSÃO

A Integração Lavoura-Pecuária mostrou-se uma estratégia produtiva e economicamente viável para as condições do semiárido, conforme evidenciado pelos resultados deste estudo. A comparação entre os consórcios de milho com *Andropogon gayanus* cv. Planaltina e com *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás revelou ausência de diferenças estatísticas na maioria das variáveis morfológicas e produtivas.

Sob a perspectiva econômica, a análise da razão benefício-custo indicou viabilidade em ambos os sistemas. Destacou-se a colheita destinada à produção de silagem, com razão benefício-custo de 4,03, superando o sistema voltado à produção de grãos, que apresentou razão benefício-custo de 1,93. Isso indica que, para cada real investido, a silagem proporciona mais que o dobro de retorno em relação ao grão.

Dessa forma, os resultados obtidos neste estudo reforçam o potencial da Integração Lavoura-Pecuária, tanto o consórcio Milho-Andropogon quanto o consórcio Milho-Paiaguás são alternativas promissoras para a implantação, recuperação ou renovação de pastagens degradadas, a diversificação das fontes de renda e a otimização do uso da terra em regiões semiáridas.

REFERÊNCIAS

ADJEI, M. B.; MUIR, J. P. Current developments from tropical forage research in Africa. In: **Tropical Forage Plants**. CRC Press, 2000. p. 331-356.

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Meteorologia – Chuvas**. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas/>. Acesso em: 27 abr. 2025.

ALVARENGA, R. C. et al. A cultura do milho na integração lavoura-pecuária. **Informe Agropecuário**, v. 27, n. 233, p. 106-126. 2006.

ARAÚJO, M. C. et al. Efeito do manejo e da fertilização sobre o desempenho de cultivares de milho em diferentes condições de solo. **Agronomia Brasileira**, v. 14, n. 4, p. 123-130, 2014.

BATISTA, K. et al. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em forrageiras consorciadas com milho safrinha em função da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1154-1160, 2011.

BATISTA, L.A.R.; GODOY, R. Baetí-Embrapa 23, uma nova cultivar do capim adropógon (*Andropogon gayanus*). **Revista da sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.2, p. 205-213, 1995.

BOLFE, E. L. et al. **Potencial de expansão agrícola em áreas de pastagem degradadas no Brasil**. 2024.

BORGHI, E. et al. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 163-171, 2007.

BORGHI, E. et al. **Recuperação de pastagens degradadas**. Agricultura de baixo carbono: tecnologias e estratégias de implantação. Brasília, DF: Embrapa, v. 4, p. 105-138, 2018.

BOTREL, M.A.; ALVIM, M.J.; XAVIER, D.F. Avaliação de gramíneas forrageiras na região sul de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.4, p.683-689, 1999.

CÂNDIDO, M.J.D.; ARAÚJO, G.G.L.; CAVALCANTE, M.A.B. **Pastagens no ecossistema Semi-árido Brasileiro: atualização e perspectivas futuras**. In: Reunião anual da sociedade Brasileira de Zootecnia, 42. Goiânia-GO, 2005, Anais Goiânia: SBZ, p. 85-94

CEPEA; CNA. **PIB do Agronegócio: Sumário Executivo – 2º trimestre de 2024**. Piracicaba: Cepea/Esalq/USP; Brasília: CNA, 2024. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/>. Acesso em: 11 abr. 2025.

CHIZZOTTI, F. H. M.; et al. Consumo, digestibilidade total e desempenho de novilhos Nelore recebendo dietas contendo diferentes proporções de silagens de *Brachiaria brizantha* cv. marandu e de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2427-2436, 2005.

COSTA, C. S. et al. Structural characteristics and chemical composition of andropogon grass pasture managed under different defoliation intensities and rest periods. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 18, n. 4, p. 492-504, 2017.

COSTA, F. A. et al. Características fisiológicas e de crescimento do milho sob diferentes manejos agrícolas. **Revista de Produção Vegetal**, v. 10, n. 2, p. 56-64, 2016.

COSTA, N.L. **Formação e manejo de pastagens de capim-andropógon em Rondônia**. Rondônia, EMBRAPA-CPAF, 2001. 2p. (EMBRAPA-CPAF. Relatório Técnico, 25).

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: o que é e como evitar**. Embrapa. EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Agricultura: oportunidades e desafios. VII Plano Diretor da Embrapa. Brasília: Embrapa, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/vii-plano-diretor/agricultura-oportunidades-e-desafios>. Acesso em: 11 abr. 2025.

EMBRAPA. **Pastagens**. 2022. Disponível em: <https://bit.ly/41tnCkr>. Acesso em: 13 abr. 2025.

EMBRAPA. ***Brachiaria brizantha* – BRS Paiaguás**. Embrapa. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/892/brachiaria-brizantha---brs-paiaguas>. Acesso em: 14 abr. 2025.

EMBRAPA. **Formação e manejo de pastagens de Capim-Andropogon em Rondônia**. 2023. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/984106/1/RT25pastagem.pdf>. Acesso em: 07 maio.2025.

EMBRAPA. **Plantas forrageiras desenvolvidas nos últimos anos trazem mais ganhos para a pecuária de corte**. Embrapa, 2023. Disponível em: <https://portal-h.sede.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/56347252/plantas-forrageiras-desenvolvidas-nos-ultimos-anos-trazem-mais-ganhos-para-a-pecuaria-de-corte>. Acesso em: 27 abr. 2025.

EMBRAPA. **Recuperação de pastagens degradadas para sistemas intensivos de produção de bovinos**. Comunicado Técnico – Embrapa, p. 22, 2005.

EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; BARBOSA, R. A.; VALLE, C. B. do. **Teor de proteína bruta e rendimento de forragem em sistemas de integração lavoura-pecuária**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2015. 4 p. (Comunicado Técnico, 174). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104378/1/Teor-proteina.pdf>.

Acesso em: 18 abr. 2025.

EUCLIDES, V. P. **Cultivares de andropogon para o Brasil Central**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2014. 24 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 25). Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/984106/1/RT25pastagem.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2025.

EUCLIDES, V.P.B. et al. **Integração lavoura-pecuária: Resultados de pesquisa e perspectivas de adoção para o Cerrado brasileiro**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2010.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Brazilian Journal of Biometrics**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FONSECA, V. R. B. R. **Efeito residual da gessagem em áreas com ou sem inoculação por Azospirillum brasilense na produtividade do consórcio milho e capim paiaaguás**. 2023. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista - Unesp, Ilha Solteira, 2023.

GARCIA, R. et al. Valor nutritivo de silagens de híbridos de milho colhidos em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 302-312, 2004.

HAYDOCK, K. P; et al. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. **Austral J Experimental Agricult Ani Husband**, n. 15 p. 663-670, 1975.

HOYOS, G., GARCÍA, D.;TORRES, M. **Manejo y utilización de pasturas en suelos ácidos de Colombia**, Cali, 1995.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores agropecuários: produção de grãos 1975-2019**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 11 abr. 2025.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base cartográfica contínua do Brasil ao milionésimo**, escala 1:100 000 - BCIM. Versão 2014. Rio de Janeiro, 2014. Também conhecida como versão 4. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15759-brasil.html?edicao=16033&t=downloads>.

JOBIM, C.C. et al. Avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 32-44, 2007.

KOPPEN W.; GEIGER, R. (eds). **Handbuck der Klimatologie**: Berlin, 1961.

LEITE, G.G. Anais do 17º Simpósio Sobre manejo da pastagem: **A planta forrageira no sistema de produção**. Piracicaba: FEALQ, 2001.

LIMA, D. C. et al. Distribuição de biomassa em cultivares de milho para produção de

silagem. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 1, p. 72-80, 2015.

LIMA, L. R. **Massa de forragem e composição químico-bromatológica do capim-marandu em integração lavoura-pecuária e monocultivo**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. Unesp, 2023.

MACEDO, G. R. et al. Estágio de maturação e suas influências na produção de silagem de milho. **Revista de Tecnologia e Inovação Agropecuária**, v. 8, n. 3, p. 115-123, 2012.

MALAVOLTA, E. et al. **Exigências nutricionais das plantas forrageiras**. In: simpósio sobre calagem e adubação de pastagens, 1., 1985, Nova Odessa. Anais... Piracicaba: POTAFOS, 1986. p. 31–76.

MECHI, I. A; et al. **Efeito de anos de consórcio milho safrinha com braquiária sobre a produtividade da soja em sucessão**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31., 2016, Bento Gonçalves. Milho e sorgo: inovações, mercados e segurança alimentar: anais. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2016.

MELO, R. S. S. et al. Maize-based cropping systems under no tillage in the Northeast of Brazil. **Ciência Rural**, v. 43, p. 1535-1541, 2013.

MENDONÇA, G. G. **Ganhos econômicos da Integração Lavoura-Pecuária em relação a sistemas de monocultivo**. 2018. 88 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

MILLEN, D. D; et al. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**, v.87, n.10, p.3427-3439, 2009.

MINIGHIN, D. et al. Pastagens degradadas e técnicas de recuperação: Revisão. **Pubvet**, v. 11, n. 10, 2017.

MIRANDA, L. P. M. **Sorgo consorciado com capim Paiaguás sob diferentes densidades de semeadura de guandu-anão na produção de silagem em rotação com soja no cerrado sob sistema plantio direto**. 2021. Tese em agronomia. UNESP, 2021.

MONTAGNER, D. B. et al. **Potencial produtivo dos capins BRS Piatã e BRS Paiaguás em sistema de integração lavoura-pecuária**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2018. 28 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 39). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1093168/potencial-produtivo-dos-capins-brs-piata-e-brs-paiaguas-em-sistema-de-integracao-lavoura-pecuaria>. Acesso em: 18 abr. 2025.

MONTAGNER, D. B., et al. **Potencial Produtivo Dos Capins BRS Piatã E BRS Paiaguás Em Sistema De Integração Lavoura-pecuária**. 2018.

NASCIMENTO, M.P.S.C.B.; RENVOIZE, S.A. **Gramíneas forrageiras naturais e**

cultivadas na região Meio-Norte. Teresina, Embrapa Meio-Norte, 2001. 196p

NICOLA, S.M.C. et al. Efeito de dias de vegetação e data de corte sobre a digestibilidade “in vitro” do capim-andropógon (*Andropogon gayanus* Kunth) var. *bisquamulatus*. **O Solo**, v.76, n.2, p.6-12, 1984.

NUSSIO, L.G. et al. **Conservação de forragens: princípios e aplicações.** Piracicaba: FEALQ, 2019.

OLIVEIRA, A. P. S. **Caracterização Morfológica de Braquiarias Cultivadas no Ecótono Cerrado-Amazônia.** 2017.

PACENTCHUK. et al. Nitrogênio complementar via foliar nas culturas do milho, soja e feijão: doses e estádios fenológicos de aplicação. **Revista Plantio Direto**, 2014, ed. 142/143. Disponível em: <https://www.plantiodireto.com.br/storage/files/142-143/5.pdf>. Acesso em: 17 de abri. 2025.

PARIZI, A. R. C. et al. Efeito de diferentes estratégias de irrigação suplementar sobre a produção de grãos e seus componentes na cultura do milho. **Irriga**, v. 14, n. 3, p. 254-267, 2009.

PAULA, T. A. et al. Produção de silagem: aspectos agronômicos e valor nutricional em regiões semiáridas – revisão sistemática. **Arquivos do Mudi**, v. 25, n. 2, p. 127–154, ago. 2021.

PEREIRA, A. L. et al. Consórcio de sorgo com espécies forrageiras. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 10, n. 1, p. 57-64, 2016.

PEREIRA, G. D. **Sistema integrado de produção de milho para silagem consorciado com Brachiaria e Panicum.** 2023. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo. 2023.

PRIMAVESI, A. M. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais.** 7. ed. São Paulo: Nobel, 1984. 541 p.

REZENDE, S. N. R. **Recuperação de pastagens e sistemas integrados na pecuária: ferramentas para mitigar gases de efeito estufa.** 2024.

SANTOS, A. C. et al. Morfofisiologia de *Andropogon gayanus* Kunth sob adubação mineral e orgânica em três estratos verticais. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 27, n. 1, p. 123–129, 2005.

SEKIYA, B. M. S. **Produção de bovinos de corte em pastagens de BRS Paiaguás e BRS Piatã em sistema de integração lavoura pecuária.** 2019.

SERAFIM, V. et al. Manejo do pastejo para capim-Andropógon-revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. 24, p. 1-9, 2015.

SILVA, A. C. et al. Interação entre genótipos e ambiente na produção de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 9, n. 1, p. 42-49, 2010.

SILVA, P. L. F. et al. Qualidade física de solo arenoso em ambiente semiárido sob sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 15, n. 4, p. 598-616, 2021.

SOUSA SANTOS, F. L. et al. **Dessecação de forrageiras do gênero Urochloa com herbicida glifosato**. REVISTA DE AGRICULTURA NEOTROPICAL, v. 9, n. 1, p. e6772-e6772, 2022.

SOUSA SANTOS, F. L. et al. Dessecação de forrageiras do gênero Urochloa com herbicida glifosato. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 9, n. 1, p.e6772-e6772, 2022.

SOUZA LINHARES, A. J. et al. Soil compaction affects sunflower and Paiaguas palisadegrass forage productivity in the Brazilian savanna. **Australian Journal of Crop Science**, v. 14, n. 7, p. 1131-1139, 2020.

THOMAS, D. Andropogon Gayanus Var. Bisquamulatus cv. Planaltina: Principais características forrageiras. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.16, p. 347-355, 1981.

TIMOSSI, P. C. et al. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. **Bragantia**, n. 66, p. 617–622. 2007.

TOMAZ, L. B. P. et al. SIPADE: **Uma Solução do Brasil para Apoio ao Diagnóstico de Pastagens Degradadas**. In: Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI). SBC, 2023. p. 99-101.

UNITED STATES. Department of Agriculture. **Production, Supply and Distribution (PSD) Online – Meat Production Data**. Washington, DC: USDA, 2020. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/>. Acesso em: 11 abr. 2025.

VILELA, L. et al. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1127–1138, out. 2011.

ZANELLA, P. G. et al. Grazing intensity drives plant diversity but does not affect forage production in a natural grassland dominated by the tussock-forming grass Andropogon lateralis Nees. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 16744, 2021.

ZANIN A.; LONGHI H.M. Sinopse do gênero Andropogon L. (Poaceae Andropogoneae) no Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.29, p.289-299, 2006.

ZEOULA, L. M. et al. Avaliação de Cinco Híbridos de Milho (*Zea mays* L.) em Diferentes Estádios de Maturação; Composição Químico-Bromatológica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.556- 566, 2003.

ZIMMER, A. H. et al. Escolha das forrageiras e qualidade de sementes. In: **curso de formação, recuperação e manejo de pastagens**, 2008, Campo Grande, MS. [Palestras apresentadas]. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2008. p. 22-46.