

**CURSO DE BACHAREL EM AGRONOMIA**

**PRODUÇÃO, DECOMPOSIÇÃO E RELAÇÃO C:N DA BIOMASSA DO CAPIM-TAMANI E ESTILOSANTES BELA EM MONOCULTIVO E CONSORCIADO**

**Wilker Lima Couto**

# Rio Verde – GO Junho, 2025

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO – CAMPUS RIO VERDE**

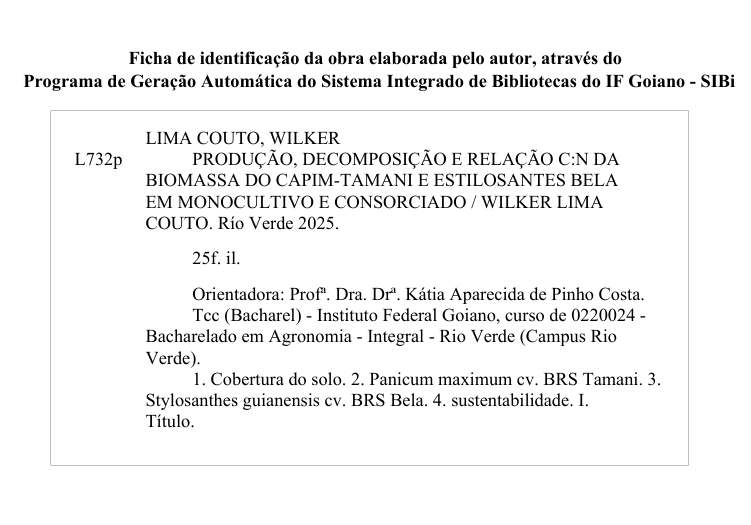
# BACHAREL EM AGRONOMIA

**PRODUÇÃO, DECOMPOSIÇÃO E RELAÇÃO C:N DA BIOMASSA DO CAPIM-TAMANI E ESTILOSANTES BELA EM MONOCULTIVO E CONSORCIADO**

Trabalho de Curso Apresentado ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em Agronomia.

Orientadora Profa. Drª. Kátia Aparecida de Pinho Costa

# Rio Verde – GO Junho, 2025



# Interface gráfica do usuário, Texto, Aplicativo, Email Descrição gerada automaticamente

# Interface gráfica do usuário, Texto, Aplicativo, Email Descrição gerada automaticamente

# Interface gráfica do usuário, Texto, Aplicativo Descrição gerada automaticamente

# Interface gráfica do usuário, Texto, Aplicativo, Word Descrição gerada automaticamente

# AGRADECIMENTOS

Agradeço principalmente a Deus por me dar forças, pela a oportunidade da vida, e me abençoar na luta pelos meus sonhos.

Agradeço tambem a minha família, com ressalva o meu pai Wesley Silva Lima e minha mãe Lazara Rejane de Souza Couto que me aponharam durante todo meu processo de graduação, e nunca me deixaram desanimar com os desafios para enfrentar essa fase tão importante.

Agradeço toda a equipe do laboratório de Forragicultura e Pastagens, especialmente a professora Dra. Kátia Aparecida de Pinho Costa pela orientação, a Luciana e o Bruno pela condução da pesquisa e auxílio no desenvolvimento do trabalho.

Agradeço aos professores, amigos e todos servidores da instituição pelo companheirismo que compartilharam comigo, com seus conhecimentos e vivências, gratidão!

**LISTA DE ABREVIAÇÕES E SÍMBOLOS**

C Carbono

Ca Calcio

g Gramas

ha Hectare

K Potássio

K2O Óxido de potássio

KCL Cloreto de Potássio

kg Quilograma

L Litros

m Metros

mm Milímetros

Mg Magnésio

N Nitrogênio

P Fósforo

P2O5 Fosfato

S Enxofre

SFS Superfosfato simples

% Porcentagem

t1/2 Tempo de meia vida da palhada

ºC Graus Celsius

C:N Relação carbono:nitrogênio

## LISTA DE FIGURAS

Páginas

|  |  |
| --- | --- |
| Figura 1. Biomassa remanescente (a) dos sistemas de cultivo do capim-tamani sem nitrogênio (N), capim-tamani + 120 kg de N, estilosantes Bela e capim-tamani consorciado com Bela, durante o desenvolvimento da soja (0 a 120 dias) ......................... | 14 |
| Figura 2. Relação C:N da biomassa dos sistemas de cultivo do capim-tamani sem nitrogênio (N), capim-tamani + 120 kg ha⁻¹ de N, estilosantes Bela e capim-tamani consorciado com Bela, durante o desenvolvimento da soja (0 a 120 dias) ......................... | 15 |

## SUMÁRIO

Páginas

|  |  |
| --- | --- |
| 1. INTRODUÇÃO ..........................................................................................................9 |  |
| 1. MATERIAIS E MÉTODOS.......................................................................................11 |  |
| 2.1 Descrição da área, delineamento experimental e tratamentos ...................................11 |  |
| 2.2 Produção, decomposição de biomassa e relação C:N.................................................12 |  |
| 2.3 Análise estatística........................................................................................................13 |  |
| 3.0 RESULTADOS ..........................................................................................................13 |  |
| 4.0 DISCUSSÃO ..............................................................................................................15 |  |
| 5.0 CONCLUSÃO ............................................................................................................17 |  |
| 6.0 REFERÊNCIAS ..........................................................................................................18 |  |

Couto, Wilker Lima. **Produção, decomposição e relação C:N da biomassa do capim-tamani e estilosantes Bela em monocultivo e consorciado.** Monografia (Curso Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2025. 25p

**RESUMO:** A intensificação sustentável da agricultura tropical exige sistemas de cultivo que otimizem a ciclagem de nutrientes e reduzam a dependência de insumos externos. A utilização de forrageiras tropicais em sistemas integrados pode melhorar a cobertura do solo, o acúmulo de biomassa e a qualidade da palhada, influenciando diretamente a cultura em sucessão. Desta forma, este estudo examinou a produção de biomassa, a decomposição e a relação carbono: nitrogênio (C:N) da biomassa de capim-tamani (*Panicum maximum* cv. BRS Tamani) e estilosantes Bela (*Stylosanthes guianensis* cv. BRS Bela), em monocultivo e consorciado. O experimento foi conduzido em campo, no Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Estado de Goiás, Brasil, em um delineamento de blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos consistiram em quatro sistemas forrageiros: capim-tamani sem adubação nitrogenada, capim-tamani com 120 kg ha⁻¹ ano-1 de nitrogênio, estilosantes Bela e capim-tamani consorciado com estilosantes Bela. Os resultados indicaram que o consórcio capim-tamani + Bela apresentou a maior produção de biomassa remanescente e o estilosante Bela a menor produção. O capim-tamani adubado com 120 kg ha-1 de N e o consórcio de capim-tamani + Bela balancearam o tempo de meia vida e a relação C:N, em relação a biomassa de estilosante Bela em monocultivo, assegurando maior persistência da biomassa sobre o solo. Concluímos que o uso de consórcios que combinam o cultivo de gramíneas e leguminosas tropicais constitui uma estratégia promissora para reduzir a dependência de fertilizante nitrogenado e melhorar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas tropicais.

**Palavras-chave:**Cobertura do solo; *Panicum maximum* cv. BRS Tamani; *Stylosanthes guianensis* cv. BRS Bela; sustentabilidade.

1. **INTRODUÇÃO**

O Brasil ocupa posição de destaque no cenário agropecuário mundial, sendo o segundo maior produtor e o maior exportador de carne bovina do planeta, desempenhando papel estratégico no fornecimento global de alimentos de origem animal (Abiec, 2025).

Alcançar a produção pecuária sustentável é crucial para atender à crescente demanda global por produtos derivados de animais e, ao mesmo tempo, enfrentar os desafios das mudanças climáticas. À medida que a população global se expande e as pressões ambientais se intensificam, a implementação de práticas sustentáveis torna-se cada vez mais crítica. Essas práticas não visam apenas equilibrar a demanda com a preservação ambiental, mas também garantir a segurança alimentar para as gerações atuais e futuras (Samad et al., 2025). Entre essas estratégias, os sistemas integrados de produção têm se destacado por promoverem sinergias entre solo, planta e animal, favorecendo a melhoria da qualidade do solo e o uso mais eficiente da terra (Singh et al., 2024).

Além de potencializarem a ciclagem de nutrientes, os sistemas consorciados com a utilização de forrageiras tropicais se mostram alternativas viáveis para ampliar a sustentabilidade e a resiliência dos cultivos (Khoiri et al., 2025). A adequada seleção de plantas de cobertura nesses sistemas, com enfoque em práticas de pecuária regenerativa, é fundamental não apenas para maximizar a produtividade, mas também para assegurar a sustentabilidade de longo prazo dos sistemas agrícolas (Marques et al., 2024).

As forrageiras tropicais, especialmente gramíneas do gênero *Panicum*, tem sido cada vez mais utilizadas em sistemas integrados, para aumentar a produção de biomassa de cobertura do solo, melhorar a fertilidade do solo e maximizar a produtividade das culturas em sucessão (Bublitz et al., 2024). Neste contexto, destaca-se o capim-tamani (*Panicum maximum* cv. BRS Tamani) que apresenta tolerância ao pastejo intenso (Tesk et al., 2020), proporciona desempenho animal satisfatório (Muniz et al., 2022), adequada cobertura do solo para o sistema de plantio direto (Silva et al., 2025), com decomposição dos resíduos vegetais e liberação gradual de nutrientes para atender a demanda da cultura subsequente (Dias et al., 2020; Silva et al., 2023).

Além disso, a inclusão de leguminosas nos sistemas integrados, como o contribui significativamente para a sustentabilidade agrícola, aumentando a disponibilidade de nitrogênio através da fixação biológica do nitrogênio (FBN), por meio da relação simbiótica com bactérias diazotróficas, reduzindo assim a dependência de fertilizantes nitrogenados sintéticos e promovendo a diversidade microbiana (Khoiri et al., 2025). Contribuindo para o aumento dos estoques de carbono (C), nitrogênio (N) e matéria orgânica no solo (Silva et al., 2022), o que contribui para a manutenção da fertilidade do solo, e promove o aumento do rendimento das culturas (Li et al., 2020; Arruda et al., 2023; Silva et al., 2025). Dentre as leguminosas destaca-se o estilosantes Bela (*Stylosanthes guianensis* cv. BRS Bela), que é uma leguminosa forrageira tropical, desenvolvida pelas Unidades da Embrapa Gado de Corte e Cerrados. É composta pela mistura física de sementes das cultivares de *Stylosanthes guianensis* BRS GROF 1463 e BRS GROF 1480 (Fernandes et al., 2024).

O uso desta leguminosa tem aumentado no Brasil devido à sua baixa exigência em fertilidade do solo e alta capacidade de produção de massa seca, inclusive no período seco do ano (Prado et al., 2023).

A decomposição da biomassa de forrageiras tropicais utilizadas como plantas de cobertura em sistemas integrados é essencial para a ciclagem de nutrientes, favorecendo o aproveitamento dos nutrientes do solo e contribuindo para a sustentabilidade do sistema. (Silva et al., 2024a). A dinâmica desse processo é influenciada pelas características químicas e morfológicas das espécies utilizadas, sobretudo pela relação C:N e pelo teor de lignina, além das condições edafoclimáticas (Prado et al., 2025; Silva et al., 2024b). A escolha de combinações forrageiras em monocultivo ou consórcio pode modificar a taxa de decomposição da biomassa e, consequentemente, o aporte de nutrientes essenciais, para a cultura cultivada em sucessão (Dias et al., 2020; Herrera et al., 2023).

Estudos têm demonstrado que o consórcio entre gramíneas e leguminosas pode incrementar a quantidade e a qualidade dos resíduos depositados no solo (Silva et al., 2025), equilibrar a relação C:N, promovendo o equilíbrio dos processos de imobilização e mineralização além de favorecer maior persistência da biomassa de cobertura do solo ao longo do ciclo da cultura sucessora (Pinaffi et al., 2024). Adicionalmente, a biomassa de cobertura do solo, promove a supressão de plantas daninhas (Mello et al., 2023), proporciona menor variação de temperatura e conserva maior umidade no solo, especialmente em regiões tropicais (Silva et al., 2024b; Muniz et al., 2021).

Entretanto, ainda são poucas as informações sobre o consórcio de gramíneas e leguminosas visando a produção de biomassa de cobertura do solo em sistemas integrados, para culturas sucessoras. Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a produção de biomassa, a decomposição e a relação C:N da biomassa de *Panicum maximum* cv. BRS Tamani e *Stylosanthes guianensis* cv. BRS Bela, em monocultivo e em consórcio. Hipotetiza-se que o consórcio entre o capim-tamani e estilosantes Bela proporcionará maior cobertura do solo, através da maior produção de biomassa para o sistema de plantio direto da soja.

1. **MATERIAL E MÉTODOS**

*2.1 Descrição da área, delineamento experimental e tratamentos*

O estudo foi conduzido em área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, localizado no município de Rio Verde, Goiás, Brasil (17° 48’ 22’’ S e 50° 54’ 11’’ W e 832m de altitude). Conforme a classificação de Köppen-Geiger (Cardoso et al., 2014), o clima da região é classificado como clima tropical (Aw) constando estação seca no inverno.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Acriférrico típico (Santos et al., 2018), com 364; 83 e 553 g kg-1 de argila, silte e areia, respectivamente. Antes da implantação do experimento foram coletadas amostras de solo na camada de 0-20 cm, sendo as características químicas as seguintes: pH em CaCl₂ de 5,8; cálcio (Ca): 2,75 cmolc dm⁻³; magnésio (Mg): 1,83 cmolc dm⁻³; alumínio (Al): 0,01 cmolc dm⁻³; H + Al: 3,67 cmolc dm⁻³; potássio (K): 0,57 cmolc dm⁻³; capacidade de troca catiônica (CTC): 8,82 cmolc dm⁻³; saturação por bases (V1): 58,4%; fósforo (P) (Mehlich): 5,8 mg dm⁻³; enxofre (S): 7,3 mg dm⁻³; cobre (Cu): 4,0 mg dm⁻³; zinco (Zn): 1,3 mg dm⁻³; ferro (Fe): 18,7 mg dm⁻³; e matéria orgânica (MO): 38,4 g dm⁻³.

A primeira etapa da pesquisa foi implantada em novembro de 2022, em um delineamento de blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos consistiram em quatro sistemas forrageiros: capim-tamani sem adubação nitrogenada, capim-tamani com 120 kg ha⁻¹ ano-1 de nitrogênio, estilosantes Bela e capim-tamani consorciado com estilosantes Bela, totalizando 16 unidades experimentais.

Para os monocultivos as culturas foram semeadas a 0,50 m, em seis linhas com 5 metros de comprimento. No consórcio as culturas foram semeadas a 0,25 m, sendo o capim-tamani semeado em 6 linhas e o estilosantes Bela em 5 linhas, ambas de 5 metros de comprimento. O tamanho de cada parcela experimental foi de 15 m².

No momento da semeadura foi aplicado no sulco de plantio 80 kg ha-1 de P2O5, com uso da fonte de superfosfato simples. Foram utilizadas 3,5 e 5,0 kg de sementes puras e viáveis por hectare, para o capim-tamani e estilosantes Bela, com valor cultural de 70% e 48% respectivamente.

Para o capim-tamani em monocultivo, foram avaliados dois manejos de adubação: um tratamento sem adição de nitrogênio, e outro com aplicação anual de 120 kg ha⁻¹ de N e 80 kg ha⁻¹ de K₂O, utilizando ureia e cloreto de potássio como fontes. As adubações foram parceladas em quatro aplicações, distribuídas nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março de cada ano agrícola. Para o sistema consorciado, não foi aplicado adubação nitrogenada, visando o aproveitamento do nitrogênio através da fixação biológica pelo estilosantes Bela. Para o sistema consorciado e no sistema do estilosantes Bela em monocultivo foi realizado apenas adubação potássica na dose de 80 kg ha-1 de K2O ao ano.

De acordo com o desenvolvimento das culturas, foram realizados manejos de cortes sucessivos todo mês nas forrageiras para simular o pastejo a cada ciclo das culturas, durante dois anos. Os cortes foram realizados quando as forrageiras apresentavam 100% de expansão foliar, com auxílio de roçadeira costal, a 20 cm do solo.

Após o último corte realizado em outubro de 2024, as forrageiras ficaram em descanso para rebrota, com intuito de dessecar para formação de biomassa de cobertura do solo para o sistema de plantio direto da soja.

*2.2 Produção, decomposição de biomassa e relação C:N*

Em 05 de novembro de 2024 foi realizada dessecação das plantas forrageiras com aplicação de Glifosato na dose de 3 L ha-1 (480 g L-1 de ingrediente ativo).

Para quantificar a produção de biomassa, um dia antes da semeadura da soja foram coletadas 16 amostras de biomassa da cobertura morta de todos os sistemas forrageiros, através de um quadrado de 0,5m 0,5 m (0,25 m2) distribuído aleatoriamente em 4 pontos dentro de cada parcela totalizando 1m². O material foi cortado rente ao solo, sendo posteriormente pesado e as amostras colocadas em estufa de ventilação forçada de ar a 55ºC até obter a peso constante. Em seguida, foi calculada a produção de biomassa (kg ha-1).

A decomposição da biomassa foi avaliada em sacolas confeccionas em nylon (“*Litter bags”*) com malha de 2 mm de abertura e dimensões de 25 x 30 cm (Thomas & Asakawa, 1993). Quatro bolsas contendo o resíduo das culturas em quantidade proporcional à da biomassa seca produzida por hectare foram depositados em contato direto com o solo. Aos 30, 60, 90 e 120 dias após a colocação das sacolas no solo, retirou-se um “*Litter bag”* de cada parcela, a fim de avaliar o remanescente da biomassa e determinar a decomposição da biomassa durante o período de 120 dias (ciclo de desenvolvimento da soja). A cada avaliação, o material foi enviado para laboratório para retirada de solo aderido com água corrente até retirar todo resíduo, e seco em estufa a 55ºC até peso constante para obtenção da biomassa seca. Com base nos dados de produção inicial de biomassa (kg ha-1) dos sistemas, foram calculadas as decomposições percentuais, pela razão entre a massa dos *litter bags* em kg ha-1 e a produção inicial de biomassa (Dias et al., 2020).

As amostras de biomassa foram moídas em moinho com facas de 1 mm, para determinação da concentração de carbono (C), nitrogênio (N), de acordo com a metodologia proposta Malavolta et al. (1997). Posteriormente foi calculado a relação carbono/nitrogênio (C:N) do material.

*2.3 Análise estatística*

Para descrever a decomposição da biomassa os dados foram ajustados com erro padrão a um modelo matemático exponencial (y = aekx) e linear para a razão C:N (y = a + bx), usando o software SigmaPlot. As comparações entre as equações estimadas foram realizadas de acordo com o procedimento descrito por Snedecor e Cochran (1989), que testa a homogeneidade dos dados (F) e a significância dos coeficientes angulares da reta (0,4343k) e linear (log a) das equações linearizadas (logy=loga+0,4343kx).

Para calcular a meia-vida (t 1/2), ou seja, o tempo necessário para decompor 50% da biomassa remanescente, foi utilizada a equação proposta por Paul e Clark (1989) na qual, t 1/2 = 0,693/ k, onde t1/2 é a meia-vida da biomassa seca e k é a constante de decomposição da biomassa seca.

1. **RESULTADOS**

*3.1 Produção, decomposição da biomassa e relação C:N*

A maior produção de biomassa remanescente foi obtida no consórcio capim-tamani e estilosantes Bela (Figura 1). Os sistemas de cultivo com capim-tamani adubado com 120 kg ha⁻¹ de N e estilosantes Bela apresentaram valores intermediários, já o capim-tamani sem adubação nitrogenada apresentou redução na produção de biomassa remanescente de 38,8%, apresentando os menores valores, no tempo zero de decomposição. A partir do tempo 30 de decomposição até o final do desenvolvimento da soja, o estilosante Bela apresentou a menor biomassa remanescente (Figura 1).



Figura 1. Biomassa remanescente (a) dos sistemas de cultivo do capim-tamani sem nitrogênio (N), capim-tamani + 120 kg de N, estilosantes Bela e capim-tamani consorciado com Bela, durante o desenvolvimento da soja (0 a 120 dias).

Ao final do ciclo da soja (120 dias de desenvolvimento), o consórcio capim-tamani + Bela apresentou a maior biomassa remanescente com 1715,6 kg ha⁻¹, sendo 3,5% superior ao observado para o capim-tamani adubado 120 kg ha⁻¹ de N; 19,5% superior ao capim-tamani sem adubação nitrogenada e 48,2% superior ao monocultivo do estilosante Bela (Figura 1).

Para o tempo de meia vida, a biomassa de capim-tamani sem N, apresentou o maior valor (103 dias). A biomassa de capim-tamani adubado com 120 kg ha⁻¹ de N e do consórcio de capim-tamani + Bela, apresentaram valores intermediários (97 e 88 dias, respectivamente). Já o menor tempo de meia vida (57 dias), foi observado para o estilosante Bela (Figura 1).

Avaliando a relação C:N (Figura 2), foi possível observar redução linear para todos os sistemas com os tempos de decomposição da biomassa. Para todas as épocas avaliadas o capim-tamani sem adubação nitrogenada apresentou a maior relação C:N, sendo inicial de 41 e final de 31. O capim-tamani adubado com 120 kg ha⁻¹ de N e o consórcio de capim-tamani + Bela apresentaram valores semelhantes da relação C:N, sendo inicial de 38 e 36 e final de 27 e 26, respectivamente. O estilosante Bela apresentou menor relação, com inicial de 25 e final de 15.



(a)

Figura 2. Relação C:N da biomassa dos sistemas de cultivo do capim-tamani sem nitrogênio (N), capim-tamani + 120 kg ha⁻¹ de N, estilosantes Bela e capim-tamani consorciado com Bela, durante o desenvolvimento da soja (0 a 120 dias).

1. **DISCUSSÃO**

A maior produção de biomassa remanescente obtida no consórcio do capim-tamani com Estilosante Bela, evidencia o efeito positivo da consorciação na produtividade de fitomassa. Esse resultado pode ser atribuído à complementaridade funcional entre as espécies, em que a leguminosa contribui com a fixação biológica de nitrogênio (Luo et al., 2024) e melhora a estrutura do dossel, enquanto a gramínea apresenta elevado índice de área foliar e vigor vegetativo (Resende et al., 2022). Esse comportamento está alinhado aos resultados de Thair et al. (2022) e Fernandes et al. (2025), que relataram maior acúmulo de biomassa e aporte de resíduos orgânicos no solo em sistemas consorciados, em comparação aos monocultivos. Além disso, Silva et al. (2025) e Khoiri et al. (2025), ressaltaram que o uso de espécies forrageiras em consórcio potencializa a sustentabilidade dos sistemas integrados, promovendo efeitos positivos sobre os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, bem como sobre o desempenho das culturas em sucessão.

Essas descobertas reforçam o potencial dos sistemas de cultivo consorciado com leguminosas, como uma estratégia viável para melhorar a saúde do solo, aumentar a produtividade das culturas e contribuir para a sustentabilidade agrícola a longo prazo (Khoiri et al., 2025). Visto que a utilização de leguminosas restaura a fertilidade do solo, reduzir a dependência de fertilizantes químicos e melhorar a produção de alimentos em condições climáticas variáveis (Silva et., 2025).

O monocultivo de capim-tamani com adubação nitrogenada (120 kg ha⁻¹), também resultou em elevada produção de biomassa inicial (3679,7 kg ha⁻¹) e biomassa remanescente até o final do ciclo da soja, reforçando o papel do nitrogênio no crescimento e perfilhamento das forrageiras, conforme evidenciado por Almeida et al. (2023). Em contrapartida, a redução na produção de biomassa remanescente observada no capim-tamani em monocultivo sem adubação, evidenciando a importância do aporte nutricional de nitrogênio para o máximo desempenho produtivo de gramíneas tropicais (Lopes et al., 2024).

A menor produção de biomassa remanescente observada para o estilosantes Bela pode ser atribuída às características fisiológicas típicas de plantas do tipo fotossintético C3 (Diniz et al., 2023). Essas espécies, ao contrário das gramíneas tropicais C4, apresentam menor eficiência no uso da luz, especialmente sob altas temperaturas e radiação solar intensa, comuns em regiões tropicais (Taiz et al., 2017).

O monocultivo de estilosantes Bela também apresentou o menor tempo de meia-vida (57 dias), indicando um processo de decomposição mais rápido, em função da menor relação C:N (Truong et al., 2018; Pereira Filho et al., 2019) e maior teor de proteínas características inerentes às leguminosas (Raseduzzaman et al., 2025). Esses resultados estão em concordância com Lalremsang et al. (2023), que relataram que resíduos leguminosos aceleram a liberação de nutrientes, favorecendo sua disponibilidade precoce para a cultura subsequente. Por outro lado, o sistema de cultivo com capim-tamani sem adubação apresentou o maior tempo de meia-vida (103 dias), o que pode ser atribuído à elevada relação C:N (Thomas & Asakawa [1993](https://link.springer.com/article/10.1007/s10705-021-10188-9" \l "ref-CR49" \o "Thomas RJ, Asakawa NM (1993) Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. Soil Biol Biochem 25:1351–1361)), indicando um processo de mineralização mais lento e, possivelmente, maior imobilização de nutrientes nas fases iniciais da decomposição conforme também observado por Silva et al. (2022b).

O consórcio do capim-tamani e Estilosante Bela apresentou tempo de meia vida intermediário (88 dias), favorecendo uma liberação gradual e sincronizada de nutrientes ao longo do ciclo da soja (Côrt et al., 2025). Esse padrão é atribuído à decomposição mais rápida dos resíduos da leguminosa, ricos em nitrogênio e com baixa relação C:N, associada à maior recalcitrância dos tecidos da gramínea, que apresentam maior teor de lignina e celulose (Davi et al., 2023; Wu et al., 2022; Alghamdi & Cihacek, 2022). Essa combinação contribui para manter a cobertura do solo por mais tempo, enquanto assegura aporte de nutrientes ao longo do desenvolvimento da cultura sucessora, além de impactar positivamente na qualidade do solo, promovendo o aumento dos estoques totais de C orgânico, N total e matéria orgânica do solo (Laroca et al., 2018; Côrt et al., 2025).

É importante ressaltar que na escolha das forrageiras para produção de biomassa para o sistema de plantio direto é importante considerar o potencial de produção de massa seca, cobertura do solo, relação C:N, além da dinâmica de acúmulo e liberação de nutrientes e potencial de combinação com outras espécies (Simeão et al., 2023; Pinaffi et al., 2024), pois a quantidade e a qualidade dos resíduos de cobertura do solo influenciam sua taxa de decomposição e persistência (Franco et al., 2020). Nesse contexto, os achados do presente estudo evidenciam que o consórcio do capim-tamani com o estilosante Bela e o cultivo de capim-tamani adubado com 120 kg ha⁻¹ de N, melhoram a quantidade e a qualidade dos resíduos de cobertura do solo, favorecendo o equilíbrio entre os processos de imobilização e mineralização, assegurando maior persistência da biomassa de cobertura do solo ao longo do ciclo da cultura sucessora (Truong e Marschner, 2018). No entanto, quando se busca uma produção mais sustentável, visando aumento da fertilidade do solo e redução de adubos nitrogenados, os sistemas consorciados promover a multifuncionalidade dos ecossistemas, reduzindo os custos de produção e potencializando os efeitos ambientais.

1. **CONCLUSÃO**

O consórcio do capim-tamani e estilosante Bela apresentou maior produção de biomassa, seguido do capim-tamani adubado com 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio, no entanto, nesse sistema depende de fertilizante mineral nitrogenado para expressar seu máximo potencial de produção.

O estilosantes Bela apresentou menor relação C:N, o que resulta em rápida decomposição da biomassa de cobertura do solo. Por outro lado, o consórcio de capim-tamani + Bela balancearam o tempo de meia vida e a relação C:N, em relação a biomassa de estilosante Bela em monocultivo, assegurando maior persistência da biomassa sobre o solo.

Concluímos que o uso de consórcios que combinam o cultivo de gramínea e leguminosa tropicais constitui uma estratégia promissora para melhorar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas tropicais.

1. **REFERÊNCIAS**

ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. (2025). *Exportações - ABIEC*. Disponível em: [https://abiec.com.br](https://abiec.com.br" \t "_new). Acessado em 04 de junho de 2025.

Alghamdi, R. S., & Cihacek, L. (2022). Do post‐harvest crop residues in no‐till systems provide for nitrogen needs of following crops? *Agronomy Journal, 114*(1), 835–852.

Almeida, E. M. D., Montagner, D. B., Difante, G. D. S., Araújo, A. R. D., Santana, J. C. S., Gurgel, A. L. C., & Scariot, C. (2023). Growth dynamics and nutrient uptake of *Panicum maximum* under nitrogen fertilisation. *New Zealand Journal of Agricultural Research, 66*(3), 244–258.

Arruda, E. M., Collier, L. S., Oliveira, K. R., Flores, R. A., Barros, L. R., Ferraz-Almeida, R., Nascimento, B. B., Santos, M. P., Duarte, T. C., & Andrade, C. A. O. (2023). Cover plants can contribute on macronutrient accumulation in agroforestry systems during off-season. *Agroforestry Systems, 97*(6), 1087–1096.

Fernandes, P. B., do Prado Paim, T., Ligoski Cabral, B., Ferreira Gonçalves, L., Moreira Alves, E., Lopes Cláudio, F., ... & Roberto Valicheski, R. (2025). Crop-livestock integrated system and grass-legume intercropping on soil chemical composition and plant production in Brazilian savannah. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 1–19.

Fernandes, C. D., Braga, G. J., Verzignassi, J. R., Silva, M. P. da, Nascimento, M. do P. S. C. B., Purcino, H. M. A., Miranda, C. H. B., Mauro, R. de A., Ramos, A. K. B., Valerio, J. R., Torres, F. Z. V., Simeão, R. M., Asmus, G. L., Macedo, M. C. M., Carvalho, M. A., Zimmer, A. H., Karia, C. T., Maciel, G. A., Soares, J. P. G., & Sanches, M. M. (2024). Estilosantes Bela: a nova leguminosa forrageira sustentável que aumenta a produção de carne a pasto, recupera e protege o solo (Comunicado Técnico, 175). Embrapa Gado de Corte. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1168124>

Franco, A. J., Silva, A. P. V., Souza, A. B. S., Oliveira, R. L., Batista, É. R., Souza, E. D., Silva, A. O., & Carneiro, M. A. C. (2020). Plant diversity in integrated crop-livestock systems increases the soil enzymatic activity in the short term. *Pesquisa Agropecuária Tropical, 50*, e64026.

Braga, G. J., Ramos, A. K. B., Carvalho, M. A., Fonseca, C. E. L., Fernandes, F. D., & Fernandes, C. D. (2020). Liveweight gain of beef cattle in *Brachiaria brizantha* pastures and mixtures with *Stylosanthes guianensis* in the Brazilian savannah. *Grass and Forage Science, 75*(2), 206–215.

Bublitz, L. R., Gurgel, A. L. C., Mauri, A. C., Queiroz, V. C., de Souza Lima, K., Campelo, I. B. R., ... & Ítavo, L. C. V. (2024). *Panicum maximum* cultivars for use in integrated agricultural production systems in Cerrado biome soils. *Grassland Science, 70*(3), 121–129.

Côrt, A. S. D., Pacheco, L. P., Guedes, T. R. M., Silva, L. S., Greco, T. M., de Macedo, K. S., ... & Crusciol, C. A. C. (2025). Crop rotation with species diversification during off-season impact the nutrient cycling in no-tillage system. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 1–12.

Davi, J. E., Nogueira, B. K., Gasques, L. R., Dalla Côrt, A. S., Camargo, T. A. D., Pacheco, L. P., ... & Souza, E. D. D. (2023). Diversified production systems in sandy soils of the Brazilian Cerrado: Nutrient dynamics and soybean productivity. *Journal of Plant Nutrition, 46*(8), 1650–1667.

Dias, M. B. C., Costa, K. A. P., Severiano, E. C., Oliveira, U. B., Furtini Neto, A. E., Almeida, D. P., ... & Lourival, V. (2020). *Brachiaria* and *Panicum maximum* in an integrated crop-livestock system and a second-crop maize system in succession with soybean. *The Journal of Agricultural Science, 158*, 206–217.

Diniz, W. P. S., Santos, M. V. F., Cunha, M. V., Junior, M. L., Neto, D. S., Oliveira, O. F., ... & Santos, L. S. (2023). Yield and nutritive value of *Stylosanthes* spp. genotypes subjected to different harvest frequencies and seasons of the year. *The Journal of Agricultural Science, 161*(6), 808–816.

Herrera, D. M., Peixoto, W. M., Abreu, J. G. D., Reis, R. H. P. D., Sousa, F. G. D., Balbinot, E., ... & outros. (2023). Is the integration between corn and grass under different sowing modalities a viable alternative for silage? *Animals, 13*(3), 425.

Khoiri, A. N., Costa, N. R., Crusciol, C. A. C., ... & outros. (2025). Pigeon pea-mediated soil microbial shifts improve agroecosystem multifunctionality in long-term maize–palisade grass intercropping. *Environmental Microbiome, 20*, 60.

Lalremsang, P., Gopichand, B., Upadhaya, K., Singson, L., & Sahoo, U. K. (2023). Leaf litter decomposition and nutrient release dynamics of Flemingia semialata Roxb. A potential woody perennial species for mountain agroforestry. *Journal of Sustainable Forestry, 42*(5), 472–486.

Laroca, J. V. S., Souza, J. M. A., Pires, G. C., Pires, G. J. C., Pacheco, L. P., Silva, F. D., Wruck, F. J., Carneiro, M. A. C., Silva, L. S., & Souza, E. D. (2018). Soil quality and soybean productivity in crop-livestock integrated system in no-tillage. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, 53*, 1248–1258.

Li, C., Hoffland, E., Kuyper, T. W., Yu, Y., Zhang, C., Li, H., Zhang, F., & Van Der Werf, W. (2020). Syndromes of production in intercropping impact yield gains. *Nature Plants, 6*(6), 653–660.

Lopes, A. D. R., Lage Filho, N. M., do Rêgo, A. C., Domingues, F. N., Silva, T. C. D., Faturi, C., ... & da Silva, W. L. (2024). Effect of nitrogen fertilization and shading on morphogenesis, structure and leaf anatomy of *Megathyrsus maximus* genotypes. *Frontiers in Plant Science, 15*, 1411952.

Luo, F., Mi, W., & Liu, W. (2024). Legume–grass mixtures improve biological nitrogen fixation and nitrogen transfer by promoting nodulation and altering root conformation in different ecological regions of the Qinghai–Tibet Plateau. *Frontiers in Plant Science, 15*, 1375166.

Malavolta, E., Vitti, G. C., & Oliveira, S. A. (1997). *Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações* (2ª ed.). Piracicaba: Potafos.

Marques, B. D. S., Costa, K. A. D. P., do Nascimento, H. L. B., Bilego, U. O., Hara, E., Tavares, R. L. M., ... & Paim, T. D. P. (2024). Efficiency of desiccation, biomass production, and nutrient accumulation in Zuri and Quênia Guinea Grasses in integrated crop–livestock systems and second-crop maize. *Plants, 13*(22), 3250.

Mello, C. E., Jakelaitis, A., Silva, C. H. D. L., Sousa, G. D. D., & Silva, J. O. D. (2023). Doses de glifosato na supressão de *Megathyrsus maximus* cv. BRS Quênia consorciado com milho transgênico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 27*, 892–899.

Muniz, M. P., Costa, K. A. P., Severiano, E. C., Bilego, U. O., Almeida, D. P., Furtini Neto, A. E., ... & Dias, M. B. C. (2021). Soybean yield in integrated crop–livestock system in comparison to soybean–maize succession system. *Journal of Agricultural Science, 159*(3–4), 188–198.

Muniz, M. P., Costa, K. A. P., Severiano, E. D. C., Bilego, U. O., Vilela, L., Dias, M. B. C., Oliveira, I. P., Assis, L. F. A., Souza, W. F., & Rodrigues, R. C. (2022). Production, forage quality and cattle performance in Paiaguas palisadegrass and Tamani grasses in different forms of animal supplementation in crop-livestock integration. *Australian Journal of Crop Science, 16*(3), 381–388.

Paul, E. A., & Clark, F. E. (1989). *Soil Microbiology and Biochemistry*. San Diego, CA: Academic Press.

Pereira Filho, A., Salviano, A. M., Yuri, J. E., & Giongo, V. (2019). Nutrient cycling in multifunctional agroecosystems with the use of plant cocktail as cover crop and green manure in the semi-arid. *African Journal of Agricultural Research, 14*(5), 241–251.

Pinaffi, C. D., dos Santos, C. H., Pacheco, A. C., Moreira, A. C. M., & Mignacca, F. A. (2024). Grass-legume intercropping pasture system improves physiological activity and yield of postcrop soybeans. *European Journal of Agronomy, 158*, 127222.

Prado, L. G., de Pinho Costa, K. A., da Silva, L. M., da Costa Severiano, E., Vilela, L., Costa, J. V. C. P., ... & Martinez, C. A. (2025). Management of *Brachiaria ruziziensis* biomass affects soybean productivity in integrated crop-livestock system. *Journal of Agriculture and Food Research, 20*, 101792.

Raseduzzaman, M., Gaudel, G., Aluoch, S. O., & Timilsina, A. (2025). Cereal-legume intercropping enhances the quality of feedstock for lignocellulosic bioethanol production by reducing the carbon: nitrogen ratio. *Discover Agriculture, 3*(1), 11.

Rezende, P. R., Rodrigues, L. M., Backes, C., Santos, A. J. M., Fernandes, P. B., Giongo, P. R., ... & Bessa, S. V. (2022). Productivity and nutrient extraction by Paiaguás palisadegrass submitted to doses of nitrogen in single cultivation and intercropped with pigeon pea. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 74*, 1151–1160.

Silva, L. S., Sollenberger, L. E., Mullenix, K., Kohmann, M. M., Dubeux Jr., J. C., & Silveira, M. L. (2022b). Soil carbon and nitrogen stocks in nitrogen-fertilized grass and legume-grass forage systems. *Nutrient Cycling in Agroecosystems, 122*(1), 105–117.

Samad, H. A., Kumar Eshwaran, V., Muquit, S. P., Sharma, L., Arumugam, H., Kant, L., ... & Kaniyamattam, K. (2025). Sustainable livestock solutions: Addressing carbon footprint challenges from Indian and global perspectives. *Sustainability, 17*(5), 2105.

Silva, J. A. G., de Pinho Costa, K. A., da Costa Severiano, E., da Silva, A. G., Vilela, L., Leandro, W. M., ... & Barros, V. M. (2024a). Efficiency of desiccation, decomposition and release of nutrients in the biomass of forage plants of the genus *Brachiaria* after intercropping with sorghum in integrated systems for soybean productivity. *Communications in Soil Science and Plant Analysis, 55*(11), 1644–1662.

Silva, J. A. G., Habermann, E., de Pinho Costa, K. A., da Silva, L. M., da Costa Severiano, E., Costa, A. C., ... & Martinez, C. A. (2024). Integration crop-livestock system increases the sustainability of soybean cultivation through improved soil health and plant physiology. *Agriculture, Ecosystems & Environment, 359*, 108770.

Silva, L. M., Habermann, E., Costa, K. A. D. P., Costa, A. C., Silva, J. A. G. E., Severiano, E. D. C., ... & Martinez, C. A. (2025). Integrated systems improve soil microclimate, soybean photosynthesis and growth. *Frontiers in Plant Science, 15*, 1484315.

Silva, L. S., dos Santos Laroca, J. V., Coelho, A. P., Gonçalves, E. C., Gomes, R. P., Pacheco, L. P., ... & Systems, C. L. (2022a). Does grass-legume intercropping change soil quality and grain yield in integrated crop-livestock systems? *Applied Soil Ecology, 170*, 104257.

Simeão, R. M., Silva, D. D., Santos, F. C., Vilela, L., Silveira, M. C. T., Resende, A. C., & Albuquerque, P. E. P. (2023). Adaptation and indication of forage crops for agricultural production in sandy soils in western Bahia State, Brazil. *Acta Scientiarum. Agronomy, 45*, e56144.

Singh, N. R., Singh, A., Devi, N. P., Kumar, Y. B., Sangma, R. H. C., Philanim, W. S., ... & Bhutia, P. L. (2024). Agroforestry for Soil Health. In *Agroforestry* (pp. 255–283). Springer.

Snedecor, G. W., & Cochran, W. G. (1989). *Statistical Methods* (8ª ed.). Ames, IA: Iowa State University Press.

Tahir, M., Li, C., Zeng, T., Xin, Y., Chen, C., Javed, H. H., ... & Yan, Y. (2022). Mixture composition influenced the biomass yield and nutritional quality of legume–grass pastures. *Agronomy, 12*(6), 1449.

Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2017). *Fisiologia e desenvolvimento vegetal* (6ª ed.). Porto Alegre: Artmed.

Tesk, C. R. M., Cavalli, J., Pina, D. S., Pereira, D. H., Pedreira, C. G. S., Jank, L., ... & Pedreira, B. C. (2020). Herbage responses of Tamani and Quênia guinea grasses to grazing intensity. *Agronomy Journal, 112*, 2081–2091. <https://doi.org/10.1002/agj2.20189>

Thomas, R. J., & Asakawa, N. M. (1993). Decomposition of leaf litter tropical forage grasses and legumes. *Soil Biology and Biochemistry, 25*(10), 1351–1361.

Truong, T. H. H., & Marschner, P. (2018). Respiration, available N and microbial biomass N in soil amended with mixes of organic materials differing in C/N ratio and decomposition stage. *Geoderma, 319*, 167–174.

Wu, X., Wu, W., & Yang, H. (2022). Effects of legume–grass ratio on C and nutrients of root and soil in common vetch–oat mixture under fertilization. *Agronomy, 12*(8), 1936.