RGe ISSN: 2177-3246

ESTRATÉGIAS DE RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS DEGRADADAS: FERTILIZAÇÃO E USO DO FEIJÃO GUANDU COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL – REVISÃO

STRATEGIES FOR RECOVERING DEGRADED PASTURES: FERTILIZATION AND THE USE OF PIGEON PEAS AS A SUSTAINABLE ALTERNATIVE – A REVIEW

ESTRATEGIAS PARA LA RECUPERACIÓN DE PASTIZALES DEGRADADOS: LA FERTILIZACIÓN Y EL USO DE GUANDÚ COMO ALTERNATIVA SOSTENIBLE: UNA REVISIÓN

10.56238/revgeov17n6-085

Gabriel dos Santos Cabral
Mestrando em Produção Animal
Instituição: Universidade Estadual de Goiás (UEG)
E-mail: Gabriel.s.cabral@hotmail.com

Danilo Correia Baião
Mestrando em Produção Animal
Instituição: Universidade Estadual de Goiás (UEG)
E-mail: engdanilobaiao@gmail.com

João Eduardo Reis Sousa
Mestrando em Produção Animal
Instituição: Universidade Estadual de Goiás (UEG)
E-mail: joaoeduardoreissousa15@gmail.com

Edyane Luzia Pires Franco
Doutoranda em Agroquímica
Instituição: Instituto Federal Goiano (IF Goiano) - Campus Rio Verde
E-mail: Edyaneflor1@gmail.com

Guilherme Caixeta Correia
Graduando em Zootecnia
Instituição: Universidade Estadual de Goiás (UEG)
E-mail: guilhermecaixeta.zoo@gmail.com

Clarice Backes
Pós-Doutorado em Ciência Florestal
Instituição: Universidade Estadual de Goiás (UEG) - Câmpus Oeste São Luís de Montes Belos
E-mail: clarice.backes@ueg.br

RGe
ISSN: 2177-3246

Alessandro José Marques Santos
Doutor em Energia na Agricultura
Instituição: Universidade Estadual de Goiás (UEG) - Câmpus Oeste São Luís de Montes Belos
E-mail: alessandro.santos@ueg.br

Arthur Gabriel Teodoro
Doutor em Zootecnia
Instituição: Universidade Estadual de Goiás (UEG) - Câmpus Oeste São Luís de Montes Belos
E-mail: arthur.teodoro@ueg.br

RESUMO
A recuperação de pastagens degradadas é fundamental para a sustentabilidade da pecuária brasileira, uma vez que impacta diretamente a produtividade animal, a conservação do solo e o uso racional dos recursos naturais. A integração de práticas de manejo, como a fertilização nitrogenada e o uso de leguminosas forrageiras, especialmente o feijão guandu (*Cajanus cajan*), mostrou-se uma estratégia eficiente para restaurar a fertilidade do solo e aumentar a produção e a qualidade da forragem. O consórcio do feijão guandu com espécies do gênero *Urochloa* contribui para a fixação biológica de nitrogênio, incremento da biomassa e melhoria dos atributos químicos e biológicos do solo, promovendo benefícios ambientais, econômicos e sociais. Dessa forma, o uso do feijão guandu configura-se como uma alternativa sustentável e tecnicamente viável para a recuperação de pastagens degradadas, fortalecendo sistemas de produção mais resilientes e alinhados aos princípios da agricultura sustentável.

Palavras-chave: Recuperação do Solo. Uroclhoa. Nitrogênio. Consorciação. Leguminosa.

ABSTRACT
The recovery of degraded pastures is fundamental to the sustainability of Brazilian livestock farming, as it directly impacts animal productivity, soil conservation, and the rational use of natural resources. The integration of management practices, such as nitrogen fertilization and the use of forage legumes, especially pigeon pea (*Cajanus cajan*), has proven to be an efficient strategy for restoring soil fertility and increasing forage production and quality. Intercropping pigeon pea with species of the genus *Urochloa* contributes to biological nitrogen fixation, increased biomass, and improved chemical and biological soil attributes, promoting environmental, economic, and social benefits. Therefore, the use of pigeon pea is a sustainable and technically viable alternative for the recovery of degraded pastures, strengthening more resilient production systems aligned with the principles of sustainable agriculture.

Keywords: Soil Recovery. Urochloa. Nitrogen. Intercropping. Legume.

RESUMEN
La recuperación de pastizales degradados es fundamental para la sostenibilidad de la ganadería brasileña, ya que impacta directamente en la productividad animal, la conservación del suelo y el uso racional de los recursos naturales. La integración de prácticas de manejo, como la fertilización nitrogenada y el uso de leguminosas forrajeras, especialmente el guandú (Cajanus cajan), ha demostrado ser una estrategia eficiente para restaurar la fertilidad del suelo e incrementar la producción y calidad del forraje. El cultivo intercalado de guandú con especies del género Urochloa contribuye a la fijación biológica de nitrógeno, al aumento de la biomasa y a la mejora de los atributos químicos y biológicos del suelo, lo que genera beneficios ambientales, económicos y sociales. Por lo tanto, el uso de guandú es una alternativa sostenible y técnicamente viable para la recuperación de pastizales degradados, fortaleciendo sistemas de producción más resilientes alineados con los principios de la agricultura sostenible.

Palabras clave: Recuperación de Suelo. Urochloa. Nitrógeno. Cultivo Intercalado. Leguminosa.

1 INTRODUÇÃO

A relevância das pastagens para a economia e o meio ambiente brasileiro constitui um campo de investigação de grande importância, em razão de seu papel central tanto na produção agrícola nacional quanto na manutenção da sustentabilidade ambiental. Atualmente, as pastagens ocupam cerca de 20 a 30% do território do Brasil, sustentando o maior rebanho comercial de bovino do mundo e representando uma parcela expressiva do PIB do agronegócio (Gianetti; Filho, 2024).

Apesar dessa representatividade, a degradação das pastagens permanece como um desafio recorrente, sendo estimado que aproximadamente 60% das áreas de pastagem brasileiras apresentam algum grau de degradação. Esse processo resulta na redução da produtividade da forrageira, na perda de eficiência econômica e no agravamento de impactos ambientais (Cruz et al., 2022).

A degradação também implica em perdas de nutrientes do solo, redução da capacidade de retenção de água e menor penetração radicular das plantas (Ayoubi et al., 2014), acarretando, ainda, na queda da produção de forragem e consequente comprometimento da atividade pecuária (Cruz et al., 2022).

Nesse contexto, a fertilização das pastagens destaca-se como uma estratégia essencial para ampliar a oferta de forragem e, por consequência, a produtividade do rebanho. Tal prática envolve a aplicação planejada de nutrientes, com vistas à melhoria da fertilidade do solo e, consequentemente, do crescimento e da qualidade nutricional das pastagens. Além de incrementar a produção forrageira, a fertilização adequada contribui para a sustentabilidade agrícola, ao otimizar o uso de recursos e reduzir impactos ambientais (Filho; Lopes, 2021).

Com o esgotamento gradual das reservas naturais de nutrientes no solo, a fertilização periódica torna-se indispensável para a manutenção da produtividade das áreas de pastagem (Silveira et al., 2014).

Nesse processo, a adição de macronutrientes como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) assume papel fundamental, onde o N é essencial para o crescimento vegetal, enquanto o P exerce influência determinante no estabelecimento das pastagens (Cabral et al., 2021).

Embora os desafios sejam expressivos, há disponibilidade de técnicas de recuperação que podem restabelecer a produtividade das pastagens e favorecer a melhoria da qualidade do solo, evidenciando o potencial das práticas de manejo sustentável na mitigação desses efeitos negativos (Cruz et al., 2022).

Adicionalmente, pastagens manejadas de forma sustentável promovem benefícios ambientais relevantes, uma vez que favorecem a saúde do solo e contribuem para a oferta de serviços ecossistêmicos. Práticas como o pastoreio estratégico, por exemplo, têm se mostrado eficazes na melhoria de indicadores edáficos e na redução do escoamento de nitrato, fortalecendo a sustentabilidade do sistema produtivo (Dahal et al., 2020).

No âmbito das alternativas de recuperação de áreas degradadas, o uso do feijão guandu tem se mostrado eficiente, por favorecer o acúmulo de biomassa e a melhoria das condições das pastagens (Costa; Alves, 2015).

Essa leguminosa contribui para a fertilidade do solo ao elevar os níveis de nitrogênio, aspecto crucial para o manejo sustentável e a recuperação de áreas degradadas. Sua capacidade de estabelecer simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio intensifica a qualidade edáfica, criando condições mais favoráveis para o desenvolvimento das gramíneas consorciadas (Terra et al., 2019).

Objetivou se com essa revisão analisar a degradação das pastagens e discutir práticas de manejo e recuperação, com ênfase na fertilização do solo com nitrogênio e na utilização do feijão guandu como alternativa sustentável, visando à melhoria da produtividade forrageira, da saúde do solo e da sustentabilidade dos sistemas pecuários.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 PASTAGEM NO BRASIL

O uso de pastagens no Brasil é predominantemente caracterizado por sistemas extensivos de pecuária, atividade que desempenha um papel essencial tanto na economia nacional quanto na produção de alimentos. Atualmente, essas áreas ocupam aproximadamente 20% do território brasileiro, sustentando o maior rebanho comercial do mundo (Giacobbo; Frota, 2021).

Ao longo do tempo, o uso da terra destinado às pastagens passou por mudanças significativas, refletindo alterações nas práticas de manejo e na dinâmica da ocupação territorial. Entre os anos de 2000 e 2016, as áreas de pastagem aumentaram de cerca de 152 para 179 milhões de hectares, com expansão concentrada principalmente nas regiões da Amazônia e do Cerrado (Parente; Ferreira, 2018).

Apesar da ampla extensão, estima-se que mais da metade dessas pastagens apresente algum grau de degradação, sendo aproximadamente 44 milhões de hectares classificados como severamente degradados. Ainda assim, iniciativas voltadas para a recuperação dessas áreas têm mostrado resultados positivos, com um aumento de 12% nas áreas consideradas não degradadas (Santos et al., 2022).

A região Centro-Oeste do Brasil, de grande relevância para a atividade agropecuária, abriga quatro biomas principais: Cerrado, Pantanal, Amazônia e Mata Atlântica, sendo o Cerrado o mais representativo (Bacarji et al., 2020). Este bioma ocupa cerca de 23,3% do território nacional e está presente em todas as grandes regiões do país, totalizando uma área próxima de 2 milhões de quilômetros quadrados (Brasil, 2022).

Apesar de sua importância econômica, o Centro-Oeste enfrenta sérios desafios relacionados ao desmatamento e à degradação do solo, o que reforça a necessidade de práticas mais eficientes e sustentáveis no manejo das pastagens (Mesquita et al., 2023).

Portanto, embora a expansão e o aprimoramento da gestão das pastagens sejam fundamentais para o avanço da agropecuária brasileira, os problemas associados à degradação e à crescente pressão da agricultura exigem atenção. A busca por equilíbrio entre produtividade, sustentabilidade e conservação ambiental é essencial para o planejamento adequado do uso da terra no país. (DIAS-FILHO, 2016).

2.2 ESPÉCIES FORRAGEIRAS DO GÊNERO UROCHLOA

O gênero *Urochloa*, pertencente à família Poaceae, é amplamente reconhecido como um grupo significativo de gramíneas, tanto pela sua relevância ecológica quanto econômica. Comumente referidas como capim-braquiária ou braquiária, as espécies de *Urochloa* são originárias das regiões tropicais e subtropicais, sendo encontradas predominantemente na África, Ásia, Austrália e Américas (Vorontsova, 2022).

Originalmente classificadas no gênero *Urochloa*, as espécies desse gênero foram introduzidas globalmente, com o intuito de aumentar a produção de carne e leite. No Brasil, estima-se que mais de 99 milhões de hectares sejam dedicados ao cultivo dessas gramíneas, onde essas plantas apresentam várias características morfológicas importantes, como o crescimento perene, folhas grandes, reprodução apomítica e uma complexa poliploidia, o que as torna valiosas para a produção forrageira e facilita sua adaptação a diferentes ecossistemas (Masters et al., 2024).

A altura do colmo, o tamanho das folhas e os modos de reprodução são alguns dos principais atributos morfológicos relacionados ao potencial forrageiro do gênero *Urochloa*. Esses aspectos evoluíram de maneira independente em diferentes clados (Masters et al., 2024).

No contexto agronômico, a *Urochloa* destaca-se por suas características que favorecem a produção pecuária, especialmente nas regiões tropicais e subtropicais. Essas gramíneas são altamente adaptáveis a diferentes tipos de solo e condições climáticas, o que as torna úteis em uma variedade de sistemas agrícolas. O gênero de *Urochloa* prosperam em solos de baixa fertilidade, particularmente no bioma Cerrado, onde demonstram resiliência em condições adversas e oferecem uma alta produção de matéria seca, sendo fundamentais para a produção de carne e leite (Paula et al., 2017).

Em relação à qualidade nutricional, a *Urochloa* apresenta variações, com alguns híbridos apresentando uma melhor relação folha-colmo e maior teor de matéria seca, características essenciais para a nutrição animal (Conceição et al., 2024).

2.2.1 Brizantha

A *Urochloa brizantha*, também conhecida como *Brachiaria brizantha*, destaca-se por suas características botânicas e agronômicas, que aumentam sua relevância como gramínea forrageira e produtiva (Valle; Jank; Resende, 2009).

Esta espécie é amplamente reconhecida por sua resiliência a uma variedade de condições ambientais, além de sua capacidade de se desenvolver em diferentes tipos de solo (Cruz et al., 2017).

A *Urochloa brizantha* possui estrutura robusta, com alta capacidade de perfilhamento, o que favorece seu crescimento denso. O comprimento das folhas pode variar consideravelmente entre suas cultivares, sendo suas cultivares mais importantes como a cv. Marandu, cv. Piatã e cv. BRS Paiaguás (Tessema et al., 2023).

Trata-se de uma gramínea perene que demonstra grande versatilidade, adaptando-se tanto a solos argilosos quanto arenosos, o que a torna adequada a diferentes condições agrícolas (Ferreira et al., 2021).

Além disso, a *Urochloa brizantha* é altamente produtiva, especialmente em termos de matéria seca. Estudos indicam que, sob regimes específicos de fertilização com nitrogênio, ela pode alcançar produtividades ótimas, onde com o aumento dos níveis de nitrogênio resulta em um incremento significativo tanto na biomassa quanto no índice de área foliar (Rodrigues et al., 2017).

O teor de proteína bruta e a digestibilidade da *Urochloa brizantha* variam conforme a idade de colheita e a aplicação de nitrogênio, fatores que influenciam sua adequação para a alimentação animal (Tessema et al., 2023).

2.2.1.1 Cultivar Marandu

A cultivar Marandu apresenta alongamentos expressivos de folhas e caules, características essenciais para a produção de biomassa. A taxa de alongamento foliar e o comprimento final das folhas são parâmetros importantes para avaliar seu potencial de crescimento, embora esses atributos possam ser modulados pela fertilização nitrogenada e pelas condições ambientais (Brennecke et al., 2017) (Alexandrino et al., 2010).

O número de perfilho por planta representa um fator determinante para a produtividade da gramínea, e estudos indicam que a aplicação de nitrogênio favorece o aumento da produção de perfilhos, refletindo diretamente no rendimento global de biomassa (Xavier et al., 2018) (Codognoto et al., 2023).

O índice de área foliar, que mensura a área foliar por unidade de solo, constitui um indicador relevante da capacidade fotossintética da planta. No caso do Marandu, o índice de área foliar pode variar conforme a altura do pasto e as práticas de manejo, impactando diretamente seu crescimento e produtividade (Santos et al., 2020).

Além disso, a eficiência fotossintética da espécie pode ser aprimorada em sistemas silvipastoris, onde o sombreamento natural tende a elevar a concentração de clorofila, promovendo um crescimento mais vigoroso (Sousa et al., 2023).

O nitrogênio desempenha papel fundamental no desenvolvimento de Marandu, influenciando suas características morfogenéticas e estruturais. Níveis mais altos desse nutriente geralmente resultam em crescimento mais robusto, maior área foliar e maior produção de biomassa (Xavier et al., 2018) (Rodrigues et al., 2017).

2.2.1.2 Piatã

A cultivar Brizantha Piatã, uma variedade de *Uroclhoa brizantha*, tem se destacado pela adaptabilidade a solos bem drenados e pelo potencial de diversificação das pastagens no Brasil. Diversos estudos avaliaram suas características botânicas e agronômicas, incluindo resposta à fertilização nitrogenada, manejo do pastejo e aspectos estruturais da planta (Costa et al., 2020).

Os resultados demonstram que a Piatã corresponde de forma positiva à adubação nitrogenada, apresentando resultados positivos na altura da forragem, na densidade de perfilho e na produção de matéria seca, com ganhos que podem chegar a 250 kg N/ha. Tais evidências confirmam que o nitrogênio desempenha papel essencial para o aumento da produtividade dessa cultivar (Lima et al., 2021; Wasselai et al., 2020).

Em sistemas de lotação rotacionada, diferentes alturas do pasto influenciam diretamente o desempenho agronômico do capim-Piatã. O rendimento mais elevado foi obtido quando o manejo foi conduzido a 60 cm de altura, embora em alturas menores tenham sido registrados mais ciclos de pastejo, demonstrando um equilíbrio entre produtividade e frequência de utilização (Dim et al., 2015).

Do ponto de vista morfológico, a Piatã apresenta folhas com comprimento variando de 20 a 68 cm e colmos que podem alcançar entre 0,23 e 2,5 m. Suas inflorescências são compostas por dois a cinco racemos, com extensão de 7 a 23 cm cada (Villabos; Longhi, 2015).

Comparada a outras espécies do mesmo gênero, como *Urochloa ruziziensis*, a cultivar possui menor número de folhas por perfilho, mas compensa com folhas e perfilhos maiores, o que reduz a necessidade de desfolha frequente (Townsend et al., 2011).

A Piatã tem se mostrado adaptada a condições edafoclimáticas específicas, sendo recomendada para solos bem drenados em regiões como o Acre, onde apresentou bom desempenho produtivo e resistência a pragas e doenças, inclusive à síndrome da morte da braquiária (Andrade; Assis, 2010).

Além disso, estudos indicam que características agronômicas e bromatológicas superiores podem ser obtidas em sistemas que associam alturas de corte entre 16 e 24 cm com doses de nitrogênio de 200 a 300 kg N/ha, combinação que potencializa a eficiência do uso da pastagem (Avelino et al., 2019; Masters et al., 2024).

2.2.1.3 BRS Paiaguás

A cultivar BRS Paiaguás, pertencente à espécie *Urochloa brizantha*, tem recebido destaque pela elevada produtividade e pela ampla adaptabilidade em condições tropicais, especialmente no Brasil. É amplamente utilizada em sistemas de integração de lavoura-pecuária, nos quais contribui tanto para o aumento da produção de forragem quanto para a melhoria do desempenho animal (Muniz; Costa; Severiano, 2022).

Suas características agronômicas e fenológicas a tornam adequada para diferentes contextos de manejo, reforçando sua importância no fortalecimento da pecuária sustentável (Santos et al., 2023).

Estudos demonstram que o BRS Paiaguás apresenta boa resposta à adubação nitrogenada, evidenciada por ganhos em altura de plantas, maior número de folhas e incremento nos teores de clorofila. Tanto aplicações convencionais quanto aquelas de liberação controlada de ureia mostraram efeito positivo sobre esses parâmetros fitométricos (Rosa et al., 2022).

Em termos de adaptação edáfica, a cultivar é indicada para solos de fertilidade média e se mostra tolerante a períodos de estiagem bem definidos, o que a torna uma opção robusta para o cultivo em pastagens tropicais sujeitas à sazonalidade climática (Valle et al., 2013).

Outro aspecto relevante é o potencial de consorciação, visto que o BRS Paiaguás pode ser cultivado em associação com outras culturas, como o girassol. Entretanto, ressalta-se a necessidade de atenção ao método de consórcio utilizado, já que algumas combinações podem interferir nas características agronômicas das espécies envolvidas (Santos et al., 2016).

A cultivar apresenta padrão de crescimento vigoroso, com aumentos expressivos na produção de biomassa e na altura das plantas quando inoculada com Azospirillum brasilense em conjunto com a adubação nitrogenada. Nessa condição, registrou-se incremento de 23% na biomassa fresca e de 56% na produção de massa seca (Rocha; Costa, 2018).

O índice de clorofila, considerado um marcador da saúde vegetal e da eficiência fotossintética, também é influenciado positivamente pela adubação nitrogenada e pela aplicação de cinza de madeira, especialmente quando utilizadas em dosagens adequadas (Bezerra et al., 2019).

Além disso, a cultivar mantém uma relação folha-caule favorável, fator determinante para a qualidade da forragem, assegurando bom equilíbrio entre a massa foliar e os colmos e, consequentemente, elevando o valor nutritivo do pasto (Rocha; Costa, 2018).

2.2.1.4 Decumbens

A pesquisa sobre as características agronômicas e botânicas de *Urochloa decumbens* tem se destacado devido à sua significativa aplicação como gramínea forrageira em regiões tropicais e subtropicais, com especial relevância na África, América do Sul e Brasil (Masters et al., 2024).

Esta espécie de gramínea perene, de crescimento prostrado, é capaz de formar tapetes densos, cobrindo eficientemente o solo, característica particularmente vantajosa para o controle da erosão e o estabelecimento de pastagens (Silva et al., 2019).

A gramínea apresenta uma relação folha-caule favorável, crucial para a qualidade da forragem, onde em alguns estudos, a proporção de folhas atingiu os 79,9% (Conceição et al., 2024).

Adaptada a solos ácidos e de baixa fertilidade, a *Urochloa decumbens* se mostra uma excelente opção para pastagens com condições ambientais desafiadoras, devido ao seu sistema radicular robusto contribuir significativamente para a melhoria da estrutura do solo e a ciclagem de nutrientes (Salgado et al., 2017).

Além disso, está espécie é reconhecida por sua alta produtividade e qualidade de forragem, fatores que podem ser aprimorados por meio de práticas adequadas de manejo, como a fertilização e o controle do pastoreio. A aplicação de fertilizantes nitrogenados, por exemplo, tem o potencial de aumentar a produção da biomassa e otimizar a reciclagem de nutrientes (Rovere, 2023).

2.3 UROCHLOA RUZIZIENSIS

A espécie *Urochloa ruziziensis* destaca-se pela elevada produção de matéria seca, característica que favorece tanto a utilização como forragem quanto a formação de cobertura vegetal do solo. Essa capacidade é especialmente vantajosa em regiões como o bioma Cerrado, onde a planta se desenvolve satisfatoriamente mesmo em solos de baixa fertilidade, oferecendo quantidade significativa de biomassa para o pastejo e para a proteção superficial do solo (Paula et al., 2017).

Além de seu valor forrageiro, *Urochloa ruziziensis* desempenha papel importante na melhoria da qualidade do solo, promovendo o aumento da matéria orgânica e contribuindo para a ciclagem de nutrientes. Seu sistema radicular profundo e vigoroso favorece o sequestro de carbono e auxilia na estabilização da matéria orgânica, o que é fundamental para a manutenção da fertilidade (Baptistella et al., 2020).

Outro benefício atribuído à espécie é a capacidade de liberar exsudados radiculares que auxiliam na solubilização de fósforo pouco disponível, tornando esse nutriente mais acessível às plantas e, consequentemente, contribuindo para a melhoria da fertilidade do solo (Almeida et al., 2018).

A planta demonstra boa adaptabilidade a diferentes densidades do solo. Contudo, seu desenvolvimento pode ser limitado em condições de compactação mais severa, como em densidades superiores a 1,6 Mg m^{-3}. Ainda assim, é capaz de penetrar solos compactados e formar bioporos, o que favorece a infiltração de água e aeração, condições essenciais para o bom desempenho das culturas (Pacheco et al., 2016).

A eficiência na utilização de nutrientes, especialmente nitrogênio e fósforo, é outro aspecto relevante de *Urochloa ruziziensis.* A espécie tem a capacidade de reduzir perdas de nitrogênio por meio da inibição biológica da nitrificação, além de melhorar a disponibilidade de fósforo, o que a torna bem adaptada a solos com baixa fertilidade (Baptistella et al., 2020).

Contribuindo ainda para a melhoria das propriedades físicas do solo, a gramínea potencializa a capacidade de retenção e movimentação de água e ar, criando um ambiente mais adequado ao desenvolvimento de outras culturas (Favilla et al., 2021), possuindo a capacidade de acumular biomassa, processo esse fundamental para a manutenção da oferta de forragem ao longo das estações secas, representando um recurso estratégico nos sistemas de produção animal (Mendes et al., 2015).

2.4 HUMIDICOLA

Urochloa humidicola é uma espécie classificada como poliploide com capacidade de aposporia facultativa, o que contribui para sua rica diversidade genética e grande capacidade de adaptação. Essa variação genética proporciona uma ampla gama de expressões fenotípicas que se ajustam a diferentes condições de estresse ambiental (Vigna et al., 2016).

Existem espécies de *Urochloa humidicola* que exibem notável resistência à seca. Essas espécies apresentam características como redução da área foliar e maior profundidade radicular, o que favorece a maior captação de água durante períodos secos (Ochola et al., 2024).

Além disso, *Urochloa humidicola* se destaca pela sua capacidade de prosperar em áreas propensas a inundações temporárias, possuindo adaptações fisiológicas que possibilitam seu crescimento mesmo em solos saturados (Vigna et al., 2016).

As sementes dessa espécie possuem alta dormência ao serem colhidas, mas essa característica pode ser atenuada por meio de tratamentos específicos, como a aplicação de peróxido de hidrogênio, o que facilita a germinação em uma ampla gama de condições ambientais. O conteúdo de umidade das sementes desempenha um papel de grande importância na liberação da dormência, sendo que condições ideais podem ser identificadas para maximizar as taxas de germinação (Abrantes et al., 2021).

A espécie é facilmente notável por suas características botânicas, devido a sua facilitação de adaptação a uma variedade de ambientes, como em regiões tropicais e subtropicais. Conhecida pela sua robustez, *Urochloa humidicola* demonstra grande tolerância a solos com baixa fertilidade e períodos de inundação temporária, tornando-se uma importante opção de forragem para ambientes agrícolas diversos (Vigna et al., 2016).

2.5 DEGRADAÇÃO DAS PASTAGENS

A vasta extensão territorial do Brasil oferece condições para atender à demanda produtiva de produtos de origem animal nos diferentes sistemas de pastejo, porém a pecuária extensiva apresenta limitações, como a formação de pastagens em monocultivo, problemas de estacionalidade da forrageira, além da ausência de manejos estratégicos (Cruz *et al.* 2022).

A pesquisa sobre degradação das pastagens no Brasil emergiu como uma área crítica de investigação devido às suas profundas implicações econômicas, ambientais e sociais. No ano de 1970 a expansão das pastagens em biomas importantes, como o Cerrado e a Amazônia, impulsionara transformações relevantes no uso do solo, onde muitas das vezes essas transformações estão acompanhadas por processos de degradação (Peron; Evangelista, 2004).

Aproximadamente 100 milhões de hectares das pastagens brasileiras apresentam algum grau de degradação, aproximadamente 60% do território brasileiro, com isso afetando a fertilidade do solo, a biodiversidade, além da sustentabilidade das pastagens (Cruz et al., 2022).

A intensificação da pecuária e as mudanças associadas ao uso do solo evoluíram juntamente com algumas preocupações, como a emissão de gases de efeito estufa e os variados impactos nas mudanças climáticas, trazendo a necessidade da realização de um manejo sustentável das pastagens (Cardoso et al., 2020).

O processo de degradação de uma pastagem pode ser definido como um processo evolutivo da perda de vigor da planta, perda da sua capacidade de regeneração e principalmente sua produtividade, com isso afetando os níveis de produção e da qualidade da forragem, onde são exigidos pelos os animais, além dessas perdas, a forrageira está susceptível ao ataque de pragas e plantas invasoras, acarretando a degradação avançada do solo e da pastagem. (Macedo; Araujo, 2019).

Em níveis de degradações consideradas leves, possui uma possibilidade que a produção da forrageira não diminua o bastante, para que assim possa manter a produção com ações que possuam um menor custo, porém quanto maior o nível de degradação das pastagens maiores serão os custos para conter o avanço do processo de degradação (Zimmer et al., 2012).

Portanto, a recuperação das pastagens degradadas é essencial para restaurar a produtividade, preservar a biodiversidade e garantir a sustentabilidade da pecuária brasileira, especialmente em regiões como o Cerrado (Teixeira; Gomes, 2022).

A implementação de práticas de manejo sustentável e a recuperação das pastagens degradadas são fundamentais para mitigar os efeitos adversos da degradação e promover a resiliência do sistema agropecuário brasileiro (Perôn; Evangelista, 2004).

2.6 CAUSAS DA DEGRADAÇÃO

Para que haja uma degradação das pastagens é necessário que ocorra desequilíbrios no ecossistema, desequilíbrio esses causados pelos fatores que estão relacionados com o manejo da forrageira e do solo (Cruz et al., 2022).

O manejo inadequado pode acontecer desde do começo do estabelecimento da forrageira, podendo escolher espécies não adequadas para a determinada área, e até mesmo no próprio manejo, onde não havendo a manutenção das forrageiras pode acarretar fatores para influenciar na degradação, além de espécies que não estão adaptadas para o clima da região, a fertilidade do solo, uma formação inicial não bem sucedida e a falta de adubação de manutenção (Carvalho et al., 2017).

Algumas práticas adotadas de forma errônea com a intensão de recuperação das áreas podem acelerar o processo de degradação como o uso do fogo. Além de outros fatores como plantas daninhas e a compactação do solo provocada pelo pisoteamento dos animais devido a altas taxas de lotação (Cruz et al., 2022).

Para que seja evitada a degradação do solo, existem alguns fatores essências, como a escolha correta da espécie a ser implantada, o manejo do pastejo dos animais, não deixando que os animais pastejem além do ideal e a realização de adubação de correção, como a aplicação de calcário e fertilizantes, seja ele de origem orgânica ou química (Zimmer et al., 2012).

2.7 SUSTENTABILIDADE DAS PASTAGENS

As pastagens são amplamente reconhecidas por sua contribuição ao meio ambiente e pelo papel central na produção animal. A sustentabilidade dessas áreas é considerada essencial para que se mantenham vigorosas, palatáveis e economicamente viáveis ao longo do tempo (Shakoor, 2008).

O conceito de sustentabilidade aplicado às pastagens envolve uma abordagem multifacetada, integrando as dimensões ambiental, social e econômica, com o objetivo de garantir a viabilidade ao longo prazo desses ecossistemas (Saradón; Flores, 2009).

O manejo sustentável busca equilibrar produtividade e conservação dos recursos naturais, assegurando que as pastagens continuem a desempenhar funções essenciais, como a produção de alimentos, a preservação da biodiversidade e a estabilidade ecológica (Aliyev; Seyfeddinov, 2022).

No que se refere à biodiversidade e à saúde do ecossistema, pastagens sustentáveis devem manter ou até ampliar a diversidade biológica, algo que pode ser alcançado por meio da interação entre diferentes espécies vegetais e grupos funcionais, promovendo maior resiliência ao sistema (Dubeux et al., 2017).

Quanto à conservação do solo e da água, práticas de manejo são necessárias para preservar a fertilidade, manter a diversidade da biota e favorecer a ciclagem de nutrientes, além de proteger áreas de preservação permanente e garantir a qualidade hídrica (Barbosa et al., 2017).

Outro aspecto fundamental está relacionado à adaptação climática, as espécies forrageiras utilizadas devem ser selecionadas de acordo com a região, apresentando resistência tanto às mudanças ambientais quanto às práticas de manejo, evitando, assim, processos de degradação do solo (Andreeva et al., 2023).

A adoção de práticas de manejo sustentável nas pastagens é considerada ideal para que possa promover as interações entre os ecossistemas, podendo garantir a conservação dos recursos naturais, além da produtividade ao longo prazo (Motta-Delgado, 2019).

Além dos benefícios ambientais, pastagens sustentáveis apresentam vantagens econômicas relevantes, como a redução da dependência de insumos externos, o aumento da eficiência produtiva e a melhoria da rentabilidade da atividade pecuária (Silva, 2020).

Do ponto de vista social, práticas sustentáveis fortalecem a segurança alimentar, garantem renda a pequenos e médios produtores e contribuem para atender às crescentes demandas de mercados consumidores que valorizam sistemas produtivos de baixo impacto ambiental (Silva; Gameiro, 2022).

2.8 FORRAGEIRAS LEGUMINOSAS COMO ALTERNATIVA DE RECUPERAÇÃO SUSTENTÁVEL

Dentre os diversos benefícios das leguminosas como forrageiras, elas emergem como foco de investigação científica devido à capacidade de melhorar a fertilidade do solo, aumentar o sequestro de carbono e reduzir a utilização de fertilizantes químicos (Zhang et al., 2025).

As leguminosas utilizadas como plantas forrageiras, tem contribuído significante para a fixação de nitrogênio no solo e o acúmulo de carbono orgânico, além da adaptação dos ecossistemas, sendo que os mesmos são essenciais para a agricultura sustentável e também para a proteção ambiental (Virk et al., 2020).

Com o passar dos anos as leguminosas ocuparam uma fração modesta de terra arável, oferecendo vantagens ecológicas e agronômicas, como o exemplo da redução de gases de efeito estufa e a melhoria da qualidade do solo (Akshit et al., 2023).

As leguminosas exercem papel fundamental na fertilidade do solo por meio do processo de fixação simbiótica de nitrogênio, no qual convertem o nitrogênio atmosférico em formas assimiláveis pelas plantas. Essa contribuição é de grande relevância para os sistemas de produção, pois pode representar um aporte de até 100 kg de nitrogênio por hectare, a depender da espécie utilizada e das condições ambientais em que se encontra a pastagem (Torres et al., 2024).

O uso da leguminosas como forrageiras nas pastagens e em sistemas de cultivo há uma redução da dependência de fertilizantes nitrogenados químicos (Lima et al, 2015), além de contribuírem para a sustentabilidade dos ecossistemas, havendo o aumento da biodiversidade do solo, podendo melhorar os habitat de variáveis espécies de vegetais e animais (Jhariya et al., 2018).

Ao inserir essas leguminosas no campo, a mesma consegue ajudar a controlar a erosão do solo, com isso obtendo uma boa retenção de água e a melhoria da ciclagem de nutrientes (Meena; Kumar, 2022).

Leguminosas forrageiras em integração com sistemas agrícolas, pode haver uma intensificação sustentável, aumentando a produtividade sem o comprometimento do ambiente, devido o maior uso de nutrientes e as reduções de custos, onde as plantas perenes oferecem ao longo prazo benefícios ao estabilizar os rendimentos, devido a melhoria do solo e a redução da degradação do solo (Tomic et al., 2023)

A adoção dessas leguminosas nas rotações de cultura e em sistemas de pastagens, pode mitigar os efeitos contrários das mudanças climáticas ao realizar o sequestro de carbono e na redução de gases de efeito estufa (Torres et al., 2024).

2.9 FEIJÃO GUANDU

O *Cajanus cajan*, popularmente conhecido como feijão guandu, tem origem na Índia e foi introduzido no Brasil por meio da rota dos escravos, vinda da África, tornando-se, à época, uma importante fonte de alimentação humana (GODOY; SANTOS, 2011).

Em relação às suas características fenológicas e botânicas, trata-se de uma planta ereta e arbustiva, pertencente à família Fabaceae e à subfamília Faboideae. São reconhecidas duas variedades botânicas, bicolor e flavus, que se diferenciam quanto ao ciclo e à coloração da flor e da vagem. As cultivares apresentam variação em altura e ciclo de vida, podendo ser perenes ou de curta duração (Souza et al., 2007).

As vagens do guandu são classificadas como indeiscentes, com formato achatado linear-oblongo, apresentando pequeno bico na extremidade e dimensões de até 8 cm de comprimento por 1,5 cm de largura. Quando maduras, podem apresentar coloração marrom-esverdeada, palha, púrpura ou verde salpicada de marrom Santana; Ferreira; Diniz, 2024).

Trata-se de uma planta rústica e resistente a diferentes condições climáticas, incluindo estresse hídrico decorrente de períodos de seca, além de apresentar boa adaptação a solos de baixa fertilidade. Por essas características, é amplamente utilizada na melhoria da qualidade do solo, na recuperação de áreas degradadas e na renovação de pastagens, além de manter relevância no consumo humano (Gómez; Solarte; Hessberg, 2016).

Embora seja bem adaptado a solos de baixa fertilidade e demandar pouco uso de adubação e calagem, o guandu apresenta boa resposta quando adubado de forma adequada. A época de semeadura recomendada ocorre entre os meses de outubro e janeiro (Farooq et al., 2025).

Para fins de produção de forragem e recuperação de pastagens, são indicados espaçamentos reduzidos, de cerca de 0,25 m entre linhas, com a distribuição de aproximadamente dez sementes por

metro linear. Essa prática possibilita maior produção de massa verde em menor tempo, aumentando a quantidade de raízes e a rusticidade das plantas (Godoy; SA, 2011).

Do ponto de vista fisiológico, o feijão guandu apresenta raízes com abundância de nódulos radiculares nos primeiros 30 cm de profundidade, os quais abrigam bactérias do gênero Rhizobium, responsáveis pela fixação biológica de nitrogênio (Seiffert; Thiago, 1985).

Esse processo ocorre por meio da ação da enzima nitrogenase, que converte o nitrogênio atmosférico em amônia, forma assimilável pelas plantas (Palacios et al., 1985). A simbiose é benéfica para ambas as partes: a planta fornece carboidratos e um ambiente favorável para as bactérias, enquanto estas disponibilizam nitrogênio fixado, resultando em maior crescimento e produtividade (Walley, 2012).

Além da fixação de nitrogênio, o guandu é rico em nutrientes essenciais, como fósforo, potássio, cálcio e magnésio, que são especialmente abundantes nos estágios iniciais do desenvolvimento, tornando-o relevante para a produção de forrageiras (Maior júnior, 2006).

Sua integração em sistemas forrageiros está associada ao aumento da qualidade e do rendimento da forragem, proporcionando retornos econômicos mais elevados (Iqbal et al., 2019).

Além disso, por reduzir a necessidade de fertilizantes químicos e favorecer a saúde do solo, o guandu se destaca como alternativa promissora em práticas agrícolas sustentáveis (Kebede et al., 2016).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A recuperação de pastagens degradadas é fundamental para a sustentabilidade da pecuária brasileira, uma vez que impacta diretamente a produtividade animal, a conservação do solo e o uso racional dos recursos naturais.

A integração de práticas de manejo, como a fertilização nitrogenada e o uso de leguminosas forrageiras, especialmente o feijão guandu (*Cajanus cajan*), mostrou-se uma estratégia eficiente para restaurar a fertilidade do solo e aumentar a produção e a qualidade da forragem.

O consórcio do feijão guandu com espécies do gênero *Urochloa* contribui para a fixação biológica de nitrogênio, incremento da biomassa e melhoria dos atributos químicos e biológicos do solo, promovendo benefícios ambientais, econômicos e sociais.

Dessa forma, o uso do feijão guandu configura-se como uma alternativa sustentável e tecnicamente viável para a recuperação de pastagens degradadas, fortalecendo sistemas de produção mais resilientes e alinhados aos princípios da agricultura sustentável.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, F. L.; MACHADO-NETO, N. B.; CUSTÓDIO, C. C. O teor de umidade das sementes pode ser utilizado para acelerar a liberação da dormência durante o pós-maturação da Urochloa humidicola cv. Espigas Llanero. Ciência Rural, v. 51, n. 1, p. 1–11, 2021.

AKASH, M.; HOQUE, M.; MONDAL, S.; ADUSUMILLI, S. Sustainable livestock production and biodiversity. In: LAKHAN, R. (Ed.). Emerging Issues in Climate Smart Livestock Production. Cambridge: Academic Press, 2022. p. 71-90.

AKSHIT, A.; PUNIA, S. K.; SHEORAN, N.; DEVI, P.; SHARMA, K.; KAMBOJ, E.; KUMAR, P. Legumes in cropping systems: a way toward agricultural sustainability and diversification. Communications in Soil Science and Plant Analysis, v. 55, n. 4, p. 1–13, 31 out. 2023. DOI: 10.1080/00103624.2023.2274035

ALEXANDRINO, E.; VAZ, R. G. M. V.; SANTOS, A. C. Características da Brachiaria brizantha cv. Marandu durante o estabelecimento sob diferentes doses de nitrogênio. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 26, n. 6, p. 886–893, 2010.

ALEXANDRINO, E.; VAZ, R. G. M. V.; SANTOS, A. C. dos. Características de Brachiaria brizantha cv. Marandu durante o estabelecimento foram atribuídos diferentes níveis de nitrogênio. Revista Biociências, v. 6, p. 886–893, 2010.

ALIYEV, P.; SEYFEDDINOV, S. S. Melhorando o manejo de pastagens. 2022.

ALMEIDA, D. S.; MENEZES-BLACKBURN, D.; et al. A cultura de cobertura Urochloa ruziziensis aumenta a ciclagem de inositol fosfatos do solo. Biology and Fertility of Soils, v. 54, n. 8, p. 935–947, 2018. DOI: https://doi.org/10.1007/s00374-018-1316-3.

ANDRADE, C. M. S. de; ASSIS, G. M. L. de. Brachiaria brizantha cv. Piatã: gramínea recomendada para solos bem-drenados do Acre. Embrapa Acre, Rio Branco, 2010.

ANDREEVA, O. V.; KUST, G. S.; LOBKOVSKIY, V. A. Modelagem do uso sustentável da terra em pastagens de montanha no Quirguistão: práticas de gestão de pecuária. Izvestiya Rossiyskoy Akademii Nauk. Série geográfica, v. 87, n. 7, p. 1079–1096, 2023. DOI: 10.31857/S2587556623070038

AVELINO, A. C. D.; FARIA, D. A. de; PENSO, S.; LIMA, D. de O. S.; RODRIGUES, R. C.; ABREU, J. G. de; CABRAL, L. S.; PEIXOTO, W. M. Características agronômicas e bromatológicas de Brachiaria brizantha cv. Piatã afetadas pelas taxas de nitrogênio e alturas de corte. Journal of Experimental Agriculture International, v. 36, n. 6, p. 1–11, 2019. DOI: 10.9734/jeai/2019/v36i630253

AYOUBI, S.; EMAMI, N.; GHAFFARI, N.; et al. Efeitos da degradação de pastagens nos indicadores de qualidade do solo em diferentes posições da encosta em uma região semiárida do oeste do Irã. Environmental Earth Sciences, v. 71, n. 1, p. 375–381, 2014.

BAPTISTELLA, J. L.; LÓPEZ DE ANDRADE, S. A.; FAVARIN, J. L.; et al. Urochloa em agroecossistemas tropicais. Frontiers in Sustainable Food Systems, v. 4, 2020. DOI: https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00119.

BARBOSA, M. M.; REIS, J. D. dos; GIUNTI, O. D.; et al. Indicadores de sustentabilidade em duas áreas distintas, em Caldas/MG, através da metodologia MESMIS. Holos Meio Ambiente, v. 1, p. 1 14, 2017.

BEZERRA, M. D. L.; BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A.; et al. Phytometric characteristics and chlorophyll index of "Paiaguás" grass (Urochloa brizantha) as a function of wood ash doses and soil water stress. Australian Journal of Crop Science, v. 13, n. 11, p. 1883-1891, 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima – MMA. Cerrado. 2022. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/biomas/cerrado. Acesso em: out. 2023.

BRENNECKE, K.; SIMÕES, T. R.; FERRAZ, F. M. Características morfológicas de Urochloa brizantha cv. Marandu adubadas com silício na aplicação do calcário. Revista Agrogeoambiental, v. 9, n. 1, 2017.

BROOM, D. M.; GALINDO, F.; GALINDO, F.; et al. Produção pecuária sustentável e eficiente com alta biodiversidade e bem-estar animal. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 2013.

CABRAL, C. E. A.; CABRAL, C. H. A.; SANTOS, A. R. M.; et al. Impactos técnico-econômicos da adubação de pastos. Nativa, v. 9, n. 2, p. 173–181, 2021.

CARDOSO, A. da S.; BARBERO, R. P.; ROMANZINI, E. P.; et al. Intensificação: uma estratégia-chave para alcançar grande sustentabilidade animal e ambiental da produção de gado de corte em campos de Brachiaria. Sustainability, v. 12, n. 16, p. 6656, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/su12166656.

CARVALHO, A. N. de; ALVES, L. C.; SANTOS, M. E. R.; ROCHA, G. de O.; RODRIGUES, P. H. M.; CARVALHO, B. H. R. de. Como a idade do perfilho e a adubação nitrogenada modificam as características estruturais do capim-marandu diferido. Ciência Animal Brasileira, Goiânia, v. 20, p. 1–12, 2019. DOI: 10.1590/1809-6891v20e-44460

CARVALHO, W. T. V.; et al. Pastagens degradadas e técnicas de recuperação: revisão. PUBVET, v. 11, n. 10, p. 0947 1073, 2017. DOI: http://dx.doi.org/10.22256/PUBVET.V11N10.1036-1045

CASTILLO-GOMEZ, C.; NARVAEZ-SOLARTE, W.; HAHN-VON-HESSBERG, C. M. Agromorfología e usos del Cajanus cajan L. Millsp. (Fabáceas). Boletín Científico. Museo de Historia Natural. Universidad de Caldas, Manizales, v. 20, n. 1, p. 52-62, 2016. DOI: https://doi.org/10.17151/bccm.2016.20.1.5

CASTRO, Y. O.; CASTRO, R. M.; RODRIGUEZ, P. P. D. P.; et al. Avaliação agronômica de uma coleção de Brachiaria brizantha em solos ácidos e inférteis na época de mínimas precipitações. Pasturas Tropicales, v. 27, n. 3, p. 33-39, 2005.

CODOGNOTO, L. da C.; BRANCO, J. dos S.; RIGO, V. M.; MATOS, M. I. S.; LIMA, L. S. de F. R. de; CONDE, T. T. Produção e características morfológicas de capim Marandu sob inoculação e níveis de adubação nitrogenada. Semina: Ciências Agrárias, v. 44, n. 5, p. 1927–1940, 2023. DOI: 10.5433/1679-0359.2023v44n5p1927

CONCEIÇÃO, J. B. da; et al. Características agronômicas e qualidade de cultivares e híbridos de Urochloa no trópico úmido. Contribuciones a las Ciencias Sociales, v. 17, n. 6, p. e7648, 20 jun. 2024.

COSTA, J. S.; ALVES, A. C. Recuperação de pastagem degradada através do consórcio com feijão-guandu. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 5, n. 5, 7 abr. 2015.

COSTA, N. de L.; MAGALHÃES, J. A.; BENDAHAN, A. B.; et al. Response of Brachiaria brizantha cv. Piatã pastures to nitrogen fertilization. Research, Society and Development, v. 9, n. 3, p. 89932498, 2020.

CRUZ, N. T.; DIAS, D. L. S.; FRIES, D. D.; JARDIM, R. R.; SOUSA, B. M. de L.; PIRES, A. J. V.; RAMOS, B. L. P. Alternatives for the recovery and renewal of degraded pastures. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, v. 28, n. 1, p. 15–35, 2022. DOI: https://doi.org/10.36812/pag.202228115-35

CRUZ, R. S. da; SANTOS, A. C. dos; SILVA, J. E. C. da; ALEXANDRINO, E.; SILVA, W. S.; RIBEIRO, R. E. P. Crescimento do capim Xaraés estabelecido em duas classes de solos e submetido a doses crescentes de nitrogênio no norte tocantinense. Ciência Animal, v. 8, n. 1, 2017.

CRUZ, R. S.; SANTOS, A. C.; SILVA, J. E. C.; ALEXANDRINO, E.; SILVEIRA SILVA, W.; RIBEIRO, R. E. P. Crescimento do capim Xaraés estabelecido em duas classes de solos e submetido a doses crescentes de nitrogênio no norte tocantinense. Revista Acadêmica Ciência Animal, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 61–69, jan./mar. 2010.

DAHAL, S.; FRANKLIN, D.; SUBEDI, A.; et al. Pastoreio estratégico em pastagens de gado bovino para melhorar a saúde do solo e reduzir o escoamento superficial – Nitrato – Um passo em direção à sustentabilidade. Sustainability, v. 12, n. 2, p. 558, 2020.

DIAS-FILHO, M. B. Estratégias de recuperação de pastagens degradadas na Amazônia Brasileira. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2015. 25 p.

DIAS-FILHO, M. B. Uso de pastagens para a produção de bovinos de corte no Brasil: passado, presente e futuro. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2016. 42 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 418).

DIAS-FILHO, M. B.; LOPES, M. J. S. Fertilidade do solo em pastagem: como construir e monitorar. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2021. 24 p. (Documentos, 460).

DIM, V. P.; ALEXANDRINO, E.; SANTOS, A. C.; MENDES, R. da S.; SILVA, D. P. da. Características agronômicas, estruturais e bromatológicas do capim-Piatã em lotação intermitente com período de descanso variável em função da altura do pasto. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v. 16, p. 10–22, 2015.DOI: 10.7213/cienciaanimal.v8i1.10436

DORROUGH, J.; YEN, A.; TURNER, V.; et al. Manejo do pastoreio de gado e conservação da biodiversidade em paisagens de gramíneas temperadas australianas. Crop & Pasture Science, 2004.

DUBEUX, J. C. B.; SOLLENBERGER, L. E.; MUIR, J. P.; et al. Intensificação sustentável da produção pecuária em pastagens. Arquivos Latinoamericanos de Produção Animal, v. 3, p. 1, 2017.

FAROOQ, F.; SINGH, P.; SINGH, A. P.; SINGH, B.; KUMAR, R.; LALRAMMAWII, C.; McCARTY, J. S.; SRIVASTAVA, H.; MEHTA, S. Effect of zinc and iron fertilization on productivity of pigeon pea (Cajanus cajan) under rainfed agro ecologies of Jammu. Legume Research, 2025. DOI: https://doi.org/10.18805/lr 5401

FAVILLA, H. S.; TORMENA, C. A.; CHERUBIN, M. R. Detecting near-surface Urochloa ruziziensis (Braquiaria grass) effects on soil physical quality through capacity and intensity indicators. Soil Research, v. 59, n. 2, p. 214–224, 2021. DOI: https://doi.org/10.1071/SR20148.

FERREIRA, M. A. A.; ESSER, R.; SANTOS, G. O.; et al. Desempenho agronômico de Urochloa brizantha cv. Marandu cultivado em solo argiloso e arenoso submetido a manejo hídrico e nutricional. Revista Engenharia na Agricultura, v. 29, p. 179–191, 2021.

GIACOBBO, D. G.; FROTA, L. M. Agro: o papel do agronegócio brasileiro nas novas relações econômicas mundiais. 1. ed. São Paulo: Synergia Editora, 2021. 342 p. ISBN 978-65-8621-443-7.

GIANETTI, G. W.; FERREIRA FILHO, J. B. S. Recuperação de pastagens, emissões e os compromissos do Acordo de Paris brasileiro. Land Use Policy, v. 141, p. 107118, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2024.107118

GODOY, R.; SANTOS, P. M. Cajanus cajan. Viçosa, MG: Editora UFV, 2011. (Plantas Forrageiras). 294–309.

GONÇALVES, M. S.; RIBEIRO, W. R.; GONÇALVES, D. C.; et al. Adaptabilidade de gramíneas tropicais como ferramenta sustentável para recuperação de pastagens degradadas e restrição de perdas de solo: diagnóstico de uso e cenários futuros. Desenvolvimento Ambiental, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 1–15, 2023. DOI: 10.1234/da.v8i1.12345.

HERZON, I.; BULLOCK, J. M.; HUMBERT, J.-Y.; et al. Melhorando a biodiversidade em sistemas agrícolas de pastagens. Série Burleigh Dodds em Ciências Agrícolas, 2024.

IQBAL, M. A.; HAMID, A.; AHMAD, T.; SIDDIQUI, M. H.; HUSSAIN, I.; ALI, S.; ALI, A.; AHMAD, Z. Forage sorghum-legumes intercropping: effect on growth, yields, nutritional quality and economic returns. Bragantia, v. 78, n. 1, p. 82–95, 2019. DOI: 10.1590/1678-4499.2017363.

JHARIYA, M. K.; BANERJEE, A.; YADAV, D. K.; SINGH, R. P.; KUMAR, S. Árvores leguminosas, uma ferramenta inovadora para a sustentabilidade do solo. In: SINGH, R. P.; KUMAR, S. (Orgs.) Sustainable Soil Management. Singapura: Springer, 2018. p. 315–345.

JÚNIOR, M. R. R.; CANAVER, A. B.; RODRIGUES, A. B.; DOMINGUES NETO, F. J.; SPERS, R. C. Desenvolvimento de Brachiaria brizantha cv. Marandú submetidas a diferentes tipos de adubação (química e orgânica). Revista Unimar Ciências, [S. l.], v. 24, n. 1-2, p. 1–12, 2017.

KEBEDE, G.; ASSEFA, G.; FEYISSA, F.; et al. Forage legumes in crop livestock mixed farming systems – a review. International Journal of Livestock Research, v. 6, n. 4, p. 1–18, 2016.

KROTH, B. E.; BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A. da; et al. Cultivares de Brachiaria brizantha sob diferentes disponibilidades hídricas em Neossolo Flúvico. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.19, n.5, p. 464-469, 2015.

LIMA, R. O. de; VENDRUSCOLO, M. C.; DALBIANCO, A. B. Características agronômicas do capim BRS Piatã submetido a doses de nitrogênio e cortes. PUBVET, v. 15, n. 3, a765, p. 1–13, mar. 2021. DOI: 10.31533/pubvet.v15n03a765.

LOK, S. Indicadores de estabilidade para o estúdio de pastizales. Revista Cubana de Ciencia Agricola, v. 44, n. 4, p. 333–344, 2010.

MACEDO, M. C. M.; ARAÚJO, A. R. Sistemas de produção em integração: alternativa para recuperação de pastagens degradadas. In: BUNGENSTAB, D. J. et al. (org.). ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta. Brasília, DF: Embrapa, 2019. cap. 20, p. 295–317.

MAIOR JÚNIOR, Sigismundo Gonçalves Souto. Efeitos de arranjos populacionais na produção de forragem de feijão guandu (Cajanus cajan (L.) Millsp.). 2006. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006.

MASTERS, L. E.; TOMASZEWSKA, P.; SCHWARZACHER, T.; et al. Análise filogenômica revela cinco clados de gramíneas forrageiras africanas evoluídas independentemente no gênero Urochloa. Annals of Botany, 2024.

MEENA, R. S.; KUMAR, S. Agroecossistema baseado em leguminosas para intensificação sustentável: uma visão geral. In: SINGH, R. P.; KUMAR, S. (Orgs.) Sustainable Agriculture. [S. l.]: Elsevier BV, 2022. p. 3–8.

MENDES, W. da C.; XIMENES, P. A.; CUNHA, P. C. R.; ALVES JÚNIOR, J.; COSTA, R. B.; CUNHA, P. P.; MARANGONI, R. E. Produtividade de fitomassa e desempenho agronômico do milho em cultivo solteiro e consorciado com Urochloa ruziziensis. Global Science and Technology, v. 8, p. 87–95, 2015.

MESQUITA, V. V.; et al. Improving pasture mapping and monitoring in support of net zero deforestation in Brazil. In: IGARSS 2023 - 2023 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2023, Pasadena. Proceedings [...]. p. 2603–2605. DOI: https://doi.org/10.1109/IGARSS52108.2023.10281939.

MOTTA DELGADO, P. A.; OCAÑA MARTÍNEZ, H. E.; ROJAS VARGAS, E. P. Indicadores associados à estabilidade das pastagens: uma revisão. 2019.

MOTTA-DELGADO, P. A.; OCAÑA-MARTÍNEZ, H. E.; ROJAS-VARGAS, E. P. Indicadores asociados a la sostenibilidad de pasturas: una revisión. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, v. 20, n. 2, p. 387-430, 2019.

MUNIZ, M. P.; COSTA, K. A. de P.; SEVERIANO, E. da C.; et al. Production, forage quality and cattle performance in Paiaguás palisadegrass and Tamani grasses in different forms of animal supplementation in crop-livestock integration. Australian Journal of Crop Science, 2022.

Njarui, D. M. G.; Gatheru, M.; Ghimire, S. R. Capim-braquiária para produção pecuária sustentável e resiliente ao clima no Quênia. Nairobi: Kenya Agricultural & Livestock Research Organization (KALRO), 2021.

OCHOLA, C. A.; NGUGI, M. P.; NYABOGA, E. N.; et al. Características morfofisiológicas e de produtividade para seleção de ecótipos de capim-Urochloa tolerantes à seca. AoB Plants, 2024.

OUSA, L. F.; MOREIRA, G. R.; FILHO, J. P. de L.; PACIULLO, D. S. C.; VENDRAMINI, J. M. B.; LUNA, R.; MAURÍCIO, R. M. Morpho-physiological and anatomical characteristics of Urochloa brizantha cv. Marandu in silvopastoral and monoculture systems. Acta Scientiarum. Animal Sciences, v. 45, n. 1, 2023. https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v45i1.59494.

OYOLA, J. J. Impacto de genótipos de Brachiaria tolerantes ao alumínio sobre a qualidade de um Oxisol de altillanura en el Meta, Colombia. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2006.

PACHECO, L. P.; SELESTINA, A.; CÔRT, D.; et al. Desenvolvimento da parte aérea e das raízes do capim-braquiária (Urochloa ruziziensis) sob diferentes níveis de densidade do solo. Australian Journal of Crop Science, v. 10, n. 10, p. 1424–1428, 2016.

PALACIOS, R.; FLORES, M.; MARTINEZ, E.; GARCIA, J.; LOPEZ, P. Rhizobium phaseoli: genes de fixação de nitrogênio e reiteração de DNA. In: GARCIA, J.; LOPEZ, P. (Orgs.) Microbial Nitrogen Fixation. Holanda: Springer, 1985. p. 173–179.

PARENTE, L.; FERREIRA, L. Assessing the spatial and occupation dynamics of the Brazilian pasturelands based on the automated classification of MODIS images from 2000 to 2016. Remote Sensing, v. 10, n. 4, p. 606, 2018.

PAULA, L. C.; CEZÁRIO, A. S.; OLIVEIRA, N. C.; et al. Manejo e adaptação de gramíneas do gênero Urochloa em solos de Cerrado. Colóquio Agrariae, v. 13, p. 276–288, 2017.

PERÔN, A. J.; EVANGELISTA, A. R. Degradação de pastagens em regiões de cerrado. Ciência e Agrotecnologia, v. 28, n. 3, p. 655–661, 2004.

ROCHA, A. F. de S.; COSTA, R. R. G. F. Desempenho de Urochloa brizantha cv. Paiaguás inoculada com Azospirillum brasilense e diferentes doses de nitrogênio. Global Science and Technology, v. 3, 2018.

RODRIGUES, L. F.; SANTOS, A. C. dos; JÚNIOR, O. S.; SANTOS, J. G. D. dos. Productivity of Urochloa brizantha 'Marandu' influenced by strategic rest periods and nitrogen levels. Semina: Ciências Agrárias, 2017. https://doi.org/10.5433/1679-0359.2017V38N5P3203.

RODRIGUES, L. F.; SANTOS, A. C. dos; JÚNIOR, O. S.; SANTOS, J. G. D. Produtividade de Urochloa brizantha 'Marandu' influenciada por períodos estratégicos de descanso e doses de nitrogênio. Semina: Ciências Agrárias, v. 38, n. 5, p. 3203–3214, 2017.

ROOK, A. J.; TALLOWIN, J. R. B. Pastoreio e manejo de pastagens em benefício da biodiversidade. Pesquisa Animal, 2003.

ROSA, K. A. N.; BONFIM-SILVA, E. M.; OLIVEIRA, J. R. de; CASTAON, T. H. F. M.; MENEGHETTI, L. A. M.; SILVA, T. J. A. da. Ureia de liberação controlada e convencional no cultivo de Urochloa brizantha cv. Paiaguás: características fitométricas. Revista Brasileira de Desenvolvimento, v. 8, n. 1, p. 670–688, 2022. https://doi.org/10.34117/bjdv8n1-044.

ROVERE, P. M. Dinâmica de serrapilheira e estoque de carbono em pastagens de Urochloa decumbens adubada ou consorciada. 2023.

SAHLIN, K. R.; GORDON, L.; LINDBORG, R.; et al. Uma exploração dos limites da biodiversidade para a produção de leite e carne de ruminantes em pastejo. Sustentabilidade da Natureza, 2024.

SALGADO, L. R.; LIMA, R.; SANTOS, B. F.; et al. Sequenciamento de RNA de novo e análise do transcriptoma de raízes de capim sinal (Urochloa decumbens) expostas ao alumínio. Regulamentação do Crescimento Vegetal, v. 83, n. 1, p. 157–170, 2017.

SANTANA, D. M. de; FERREIRA, T. L.; DINIZ, F. O. Qualidade de sementes de feijão guandu associadas à cor do tegumento. 2024. DOI: https://doi.org/10.31692/2595-2498.v3i1.180

SANTOS, C. B.; COSTA, K. A. de P.; OLIVEIRA, I. P. de; et al. Production and nutritional characteristics of sunflowers and Paiaguás palisadegrass under different forage systems in the off season. Bioscience Journal, 2016.

ANTOS, C. B.; COSTA, K. A. de P.; SOUZA, W. F. de; SILVA, V. C. E.; BRANDSTETTER, E.; OLIVEIRA, S. S.; LEÃO, K. M.; SEVERIANO, E. da C. Produção, qualidade do capim Paiaguás e desempenho de bovinos após consórcio de sorgo na recuperação de pastagens em sistema integrado lavoura-pecuária. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v. 24, n. 2, p. 1–15, 1º abr. 2023

SANTOS, C. O. dos; MESQUITA, V. V.; PARENTE, L. L.; PINTO, A. D. S.; FERREIRA JÚNIOR, L. G. Assessing the wall-to-wall spatial and qualitative dynamics of the Brazilian pasturelands 2010-2018, based on the analysis of the Landsat data archive. Remote Sensing, v. 14, n. 4, p. 1024, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/rs14041024.

SANTOS, D. F.; OLIVEIRA, M. W.; SOARES, E. C.; BHATT, R.; KÖLLN, O. T.; SILVA, M. C. F. Eficiência nutricional e produtiva das Brachiaria brizantha e Decumbens, como plantas forrageiras e de cobertura do solo. Contribuciones a las Ciencias Sociales, v. 16, n. 7, p. 7188–7205, 2023. DOI: 10.55905/revconv.16n.7-177

SANTOS, M. E. R.; CARDOSO, R. C.; SILVA, G. P.; et al. Morfogênese do capim-marandu em alturas fixas ou variáveis em diferentes estações do ano. Revista de Biociências, 2020.

SANTOS, M. E. R.; CARVALHO, B. H. R.; CLEEF, F. de O. S. van; et al. Como a condição do pasto no final do inverno influencia a estrutura do capim-marandu (Urochloa brizantha cv. Marandu) durante a primavera e o verão. Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.17138/TGFT(8)167-176.

SARANDÓN, S. J.; FLORES, C. C. Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. Agroecología, v. 4, p. 19 28, 2009.

SEIFFERT, N. F.; THIAGO, L. R. L. S. Legumineira-cultura forrageira para produção de proteína. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, nov. 1983. Circular Técnica, n. 13.

SEKIYA, B. M. S.; LUPATINI, G. C.; ANDRIGHETTO, C.; NEVES, F. O.; MARANGONI, G. A. O.; MULERO, J.; LOPES, R. M. Características forrageiras e produção de bovinos de corte em pastagens perenes da BRS Paiaguás e BRS Piatã em sistema integrado lavoura-pecuária. Semina: Ciências Agrárias, v. 42, n. 5, p. 2979-2992, 2021. DOI: https://doi.org/10.5433/1679-0359.2021v42n5p2979

SEVOV, A.; YANCHEVA, C.; KAZAKOVA, Y. Manejo sustentável de pastagens. 2018.

SHAKOOR, C. Sistemas de produção animal baseados em forragem e sustentabilidade, palestra convidada. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 37, Supl. Esp., p. 78–84, 2008. DOI: 10.1590/S1516-35982008001300010.

SILVA, C. T. R. da; BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A. da; PINHEIRO, E. A. R.; JOSÉ, J. V.; FERREIRA, A. P. F. Respostas dos componentes de produção da grama forrageira Brachiaria brizantha à disponibilidade de água no solo no Cerrado brasileiro. Agriculture, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 13, 2020. DOI: 10.3390/agriculture10010013.

SILVA, M. F. da. Indicadores de sustentabilidade para a pecuária leiteira. 2020. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, Pirassununga.

SILVA, M. F. da; GAMEIRO, A. H. Indicadores de sustentabilidade da pecuária leiteira brasileira: a percepção dos profissionais do setor. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 51, e20210049, 2022.

SILVA, P. H. F. da; CARVALHO, C. A. B. de; MALAFAIA, P.; et al. Características morfológicas e estruturais de Urochloa decumbens Stapf em pastagem diferida, pastoreada por novilhas sob dois períodos de suplementação proteico-energética. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v. 8, n. 2, p. 135–146, 2007.

SILVA, P. H. F. da; CARVALHO, C. A. B. de; MALAFAIA, P.; et al. Características morfológicas e estruturais de Urochloa decumbens Stapf em pastagem diferida, pastoreada por novilhas sob dois períodos de suplementação proteico-energética. Acta Scientiarum. Ciências Animais, v. 41, n. 1, p. e44425, 2019.

SILVEIRA, M. L.; ROUQUETTE, F. M.; SMITH, G. R.; et al. Princípios de fertilidade do solo para forrageiras perenes de estação quente e produção sustentável de pastagens. Forage and Grazinglands, v. 12, n. 1, p. 1–9, 2014.

SOUSA, L. F.; MOREIRA, G. R.; FILHO, J. P. de L.; et al. Características morfofisiológicas e anatômicas de Urochloa brizantha cv. Marandu em sistemas silvipastoris e de monocultura. Acta Scientiarum. Animal Sciences, 2023. https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v45i1.59494.

SOUZA, F. H. D.; FRIGERI, T.; MOREIRA, A.; GODOY, A. Produção de sementes de guandu. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, n. 69, p. 68, 2007. (Documentos).

TEIXEIRA, T. de A.; GOMES, R. S. Diagnóstico do nível de manipulação de pastagens em propriedades do Distrito Federal. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, 2022.

TERRA, A. B. C.; FLORENTINO, L. A.; REZENDE, A. V.; et al. Leguminosas forrageiras na produção animal no Brasil. Revista de Ciências Agrárias, v. 2, p. 305–313, 2019.

TESSEMA, T.; NURFETA, A.; TOLERA, A. Características agronômicas, rendimento de forragem e composição química de cultivares de capim Urochloa em condições climáticas de terras médias do sul da Etiópia. Tropical and Subtropical Agroecosystems, v. 26, n. 3, 2023.

TOMIĆ, D. D.; PETROVIĆ, M.; JOVANOVIĆ, B.; MARKOVIĆ, D. Leguminosas forrageiras perenes como elemento de sistemas sustentáveis. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, v. 51, n. 1, p. 45–56, 2023.

TORRES, C.; NANJAREDDY, K.; ARTHIKALA, M. K. Fixação biológica de nitrogênio e estabilidade agrícola. Cuadernos de Educación y Desarrollo, v. 6, p. e4655, 2024.

TOWNSEND, C. R.; SOUZA, J. P. de; PEREIRA, R. G. de A.; SALMAN, A. K. D.; CASSARO, J. D.; RIBEIRO, R. da S. Características morfogênicas e estruturais de gramíneas forrageiras tropicais. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, 2011.

VALLE, C. B. do; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; et al. BRS Paiaguás: a new Brachiaria (Urochloa) cultivar for tropical pastures in Brazil. Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales, 2013.

VALLE, C. B.; JANK, L.; RESENDE, R. M. S. O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. Revista Ceres, v. 56, n. 4, p. 460–472, 2009.

VENDRUSCOLO, Marice. Características agronômicas do capim BRS Piatã submetido a doses de nitrogênio e cortes. Pubvet, [S. l.], v. 15, n. 03, 2021. DOI: 10.31533/pubvet.v15n03a765.1-13.

VIGNA, B. B. Z.; OLIVEIRA, F.; TOLEDO-SILVA, G.; et al. Transcriptoma foliar de dois genótipos altamente divergentes de Urochloa humidicola (Poaceae), uma gramínea forrageira poliploide tropical adaptada a solos ácidos e áreas de alagamento temporário. BMC Genomics, v. 17, n. 1, p. 910, 2016.

VILLALOBOS-VILLALOBOS, L.; LONGHI, M. M. Características taxonômicas de pastos Brachiaria utilizados na Costa Rica. Nutrición Animal Tropical, Heredia, v. 9, n. 1, p. 39–56, 2015.

VIRK, A. L.; LIN, B.-J.; KAN, Z.-R.; QI, J.-Y.; DANG, Y.-P.; LAL, R.; ZHAO, X.; ZHANG, H.-L. Efeitos simultâneos do cultivo de leguminosas no acúmulo de carbono e nitrogênio no solo. Advances in Agronomy, v. 171, p. 75–110, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/bs.agron.2021.08.002

VORONTSOVA, Maria S. Revision of some Malagasy forage grasses and their relatives within Brachiaria, Echinochloa, Moorochloa, and Urochloa. Candollea, v. 77, n. 2, p. 199–236, nov. 2022. DOI: 10.15553/c2022v772a7

XAVIER, P. S.; BUSO, W. H. D.; ALVES, L. M. Características morfogênicas de Urochloa brizantha cv. Marandu sob diferentes fontes e doses de nitrogênio em regime de cortes. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, v. 9, n. 1, p. 1–8, 2018.

ZIMMER, A. H.; et al. Degradação, recuperação e renovação de pastagens. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2012. 42 p.