

Campo Grande, MS / Dezembro, 2024

Seleção de genótipos de *Brachiaria humidicola* avaliados em solo com drenagem deficiente

Giselle Mariano Lessa de Assis⁽¹⁾, Sanzio Carvalho Lima Barrios⁽¹⁾, Cacilda Borges do Valle⁽²⁾, Carlos Mauricio Soares de Andrade⁽³⁾, Judson Ferreira Valentim⁽³⁾

⁽¹⁾Pesquisadores, Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS. ⁽²⁾Pesquisadora aposentada, Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS. ⁽³⁾Pesquisadores, Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



Embrapa Gado de Corte
Av. Rádio Maia, 830 - Zona Rural
Campo Grande, MS, 79106-550
www.embrapa.br/gado-de-corte
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
Presidente
Karem Guimarães Xavier Meireles
Secretário-executivo
Rodrigo Carvalho Alva
Membros
Alexandre Romeiro de Araújo
Davi José Bungenstab
Fabiane Siqueira
Gilberto Romeiro de Oliveira
Menezes
Luiz Orcício Fialho de Oliveira
Marcelo Castro Pereira
Mariane de Mendonça Vilela
Marta Pereira da Silva
Mateus Figueiredo Santos
Vanessa Felipe de Souza

Edição executiva
Rodrigo Carvalho Alva
Revisão de texto
Rodrigo Carvalho Alva
Normalização bibliográfica
Autor principal
Projeto gráfico
Leandro Sousa Fazio
Diagramação
Rodrigo Carvalho Alva

Tiragem: Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados à Embrapa.

Resumo – *Brachiaria humidicola* (sin. *Urochloa humidicola*) é uma espécie de gramínea forrageira estolonífera, de grande importância para sistemas de produção pecuária a pasto, devido à sua maior cobertura do solo e persistência quando cultivada em solos de baixa permeabilidade e sujeitos ao encharcamento temporário. Porém, apresenta maior dificuldade na implantação das pastagens, pelo elevado custo e dormência das sementes. Há forte demanda por cultivares com alta produtividade de sementes e tolerância ao encharcamento temporário do solo, para uso em pastagens no trópico úmido. Este trabalho teve como objetivo avaliar e selecionar genótipos de *B. humidicola* com elevado potencial forrageiro quando cultivados em solo com drenagem deficiente. Foram avaliados dez genótipos pré-selecionados para maior produtividade de sementes e três cultivares, Comum, Llanero e BRS Tupi, como testemunhas. O experimento foi conduzido em Rio Branco, AC, em delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições. Foram avaliadas: produtividade de matéria seca, cobertura do solo, altura da planta, valor nutritivo e respostas à incidência de cigarrinhas-das-pastagens. Foi estabelecido um índice de seleção de Soma de Postos modificado, baseado nos valores genotípicos preditos para produtividade de matéria seca e cobertura do solo. Verificou-se que três genótipos são superiores às cultivares Comum, Llanero e BRS Tupi: Hum_H, Hum_G e Hum_J. Os genótipos superiores pelo índice de seleção Hum_H e Hum_G também estão entre os de maior produtividade de sementes. Com base neste estudo, foram selecionados genótipos promissores, candidatos a novas cultivares, que devem ser avaliados sob pastejo para obtenção da resposta animal..

Termos para indexação: *Urochloa humidicola*, cv. Comum, cv. Llanero, cv. BRS Tupi, melhoramento de forrageiras, tolerância ao encharcamento.

Selection of *Brachiaria humidicola* genotypes evaluated in soil with poor drainage

Abstract – *Brachiaria humidicola* (syn. *Urochloa humidicola*) is a stoloniferous forage grass of great importance for pasture-based livestock production systems, due to its greater ground cover and persistence when grown in low permeability soils subject to temporary waterlogging. However, it is more difficult to establish, due to the high seed cost and dormancy. There is a strong

demand for cultivars with high seed productivity and tolerance to temporary soil waterlogging, for use as pastures in the humid tropics. This work aimed to evaluate and select genotypes of *B. humidicola* with high forage potential when grown in soils with poor drainage. Ten genotypes, pre-selected for greater seed productivity, and three cultivars, Comum, Llanero and BRS Tupi, as checks, were evaluated. The trial was conducted in Rio Branco, AC, in a randomized block design with four replications. Dry matter yield, ground cover, plant height, nutritional value and responses to incidence of spittlebugs were evaluated. A modified rank summation selection index was established, based on predicted genotypic values for dry matter yield and ground cover. It was found that three genotypes are superior to the cultivars Comum, Llanero and BRS Tupi: Hum_H, Hum_G and Hum_J. The superior genotypes according to the selection index, Hum_H and Hum_G, are also among those with the highest seed productivity. Based on this study, promising genotypes were selected as candidates for new cultivars, which should be evaluated under grazing to obtain animal response.

Index terms: *Urochloa humidicola*, cv. Comum, cv. Llanero, cv. BRS Tupi, forage breeding, waterlogging tolerance.

Introdução

Brachiaria humidicola (sin. *Urochloa humidicola*) é uma espécie de gramínea forrageira estolonífera, originária da África. A primeira liberação comercial desta espécie ocorreu em 1980, na Austrália, pelo lançamento da cultivar Tully (Keller-Grein et al., 1996), sendo provavelmente, o mesmo genótipo cultivado na América tropical e registrado no Brasil como cultivar Comum, em 2000 (MAPA, 2024a). Registros, porém, apontam que *B. humidicola* foi introduzida no Brasil por volta da década de 1970, sendo plantada inicialmente na região Norte do país (Dias-Filho, 2019).

Em levantamento recente realizado pela Embrapa por meio de questionário (Santos; Euclides, 2022), 18% dos respondentes declararam utilizar *B. humidicola* cv. Comum, sendo maiores os percentuais observados no Bioma Amazônia (47%) e Cerrado (20%). No estado do Acre, especificamente, estima-se que o uso dessa cultivar seja ainda maior, onde 58,1% dos produtores entrevistados declararam tê-la plantada em suas propriedades, sendo a segunda cultivar mais citada, ficando atrás somente da *Brachiaria brizantha* (sin. *Urochloa brizantha*) cv. Xaraés com 79,7% (Andrade et al., 2024).

Sua importância para os sistemas de produção pecuária também pode ser verificada pela área inscrita anualmente para produção de sementes das cultivares registradas (MAPA, 2024b). Na safra 2023/2024, a área inscrita para produção de sementes de *B. humidicola* representou 12,4% de todas as cultivares de *Brachiaria*, sendo a da cv. Comum a terceira maior, representada por cerca de 23 mil hectares. A cultivar BRS Tupi, embora apresente excelente desempenho agrônomico e resposta animal (Martins et al., 2013), não possui produção comercial de sementes. Por sua vez, a cultivar Llanero, com aproximadamente 7 mil hectares de área inscrita para produção de sementes, é menos representativa e apresenta menor longevidade em sistemas de produção a pasto, principalmente pela sua menor tolerância ao encharcamento do solo (Keller-Grein et al., 1996; Tonato et al., 2019) e pelo seu porte mais ereto, com menor capacidade de enraizamento dos estolões (Valle et al., 2022), que predispõe ao aumento de plantas invasoras na pastagem.

B. humidicola cv. Comum se destaca pela alta agressividade e capacidade de cobertura do solo, mesmo em solos mal drenados, sujeitos ao encharcamento temporário. Vem sendo recomendada como opção forrageira à *B. brizantha* cv. Marandu, em regiões de ocorrência da síndrome da morte do braquiário (SMB) (Barbosa, 2006). Estima-se que a área antropizada sujeita à degradação da pastagem causada pela SMB na Amazônia Legal seja de, no mínimo, 19,3 milhões de hectares (Assis et al., 2023), sendo escassas as opções forrageiras recomendadas para essas regiões que sejam propagadas por sementes, adaptadas a solos de baixa fertilidade e com boa tolerância às cigarrinhas-das-pastagens, características essas também encontradas na *B. humidicola* (Valle et al., 2022). Por outro lado, possui valor nutritivo mais baixo quando comparada a outras forrageiras. Sua maior limitação, porém, reside no alto custo das sementes, que usualmente apresentam elevada dormência (Souza et al., 2016), ocasionando maior risco na implantação das pastagens.

Diante da importância da espécie para a produção animal a pasto e, em especial, para regiões sujeitas ao encharcamento temporário do solo, a Embrapa vem buscando o desenvolvimento de cultivares de *B. humidicola* com elevado potencial forrageiro associado à maior produtividade de sementes, que poderão contribuir para redução do custo da semente no mercado, facilitando a adoção desta tecnologia pelos produtores rurais.

Este trabalho teve como objetivo avaliar e selecionar genótipos de *B. humidicola* com elevado potencial forrageiro quando cultivados em solo com drenagem deficiente, em região de elevada precipitação.

Material e métodos

Foram avaliados 13 genótipos de *B. humidicola* em delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições, em Rio Branco, AC. Dez genótipos foram selecionados para esta avaliação por apresentarem elevada produtividade de sementes em Campo Grande, MS (Silva, 2023) quando comparados com *B. humidicola* cv. Comum. Adicionalmente, foram avaliadas as cultivares Comum, Llanero e BRS Tupi, sendo a cv. Comum considerada como referência para fins de seleção de genótipos superiores.

A área para implantação do experimento, localizada no Campo Experimental da Embrapa Acre (altitude de 165 m; latitude de 10°01'35" S; e longitude de 67°41'29" O, bioma Amazônia), foi selecionada em função de sua característica de má drenagem natural, em solo classificado como Plintossolo háplico Ta distrófico, com características químicas e físicas conforme Tabela 1.

No preparo da área, foi realizada calagem com incorporação por grade de 300 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico. Os genótipos foram estabelecidos por sementes em parcelas de 4 m x 6 m, totalizando 24 m², com área útil de 8 m². As linhas foram espaçadas em 0,5 m umas das outras. Logo após a semeadura, em novembro de 2020, foi realizada a adubação fosfatada (60 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e com micronutrientes (40 kg ha⁻¹ de FTE BR12). Em janeiro de 2021, aos 42 dias após a semeadura, foi aplicada ureia nas parcelas (50 kg ha⁻¹ de N). Foram realizadas adubações de manutenção, com aplicação de 200, 80 e 200 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e KCl, respectivamente, em 2022; e de 150, 80 e 150 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e KCl, respectivamente, em 2023. A fertilização com nitrogênio e potássio foi realizada de forma parcelada, em dosagens de 50 kg ha⁻¹ em cada aplicação.

O corte de uniformização ocorreu em maio de 2021 e as avaliações se estenderam até outubro de 2023. Foram realizados treze cortes no período de maior precipitação na região, que compreende os meses de outubro a maio (período das águas) e seis no de menor precipitação, de junho a setembro (período da seca) (Figura 1).

As avaliações seguiram, principalmente, as recomendações do Ministério da Agricultura e

Pecuária (MAPA, 2024c), que definiu os requisitos mínimos para a realização de ensaios de valor de cultivo e uso de espécies de *Brachiaria* (sin. *Urochloa*), inclusive de *B. humidicola*. Foram avaliadas as seguintes características, antes de cada corte:

1. Cobertura do solo (%): estimativa visual da área de solo coberta pela forrageira;
2. Altura média da planta (cm): medição da altura da planta em três pontos distintos dentro da parcela;
3. Número de massas de espuma: contagem das massas de espuma de cigarrinhas-das-pastagens em dois pontos da parcela, utilizando-se um quadrado de 0,25 m de lado, estimando o nível de infestação pelo inseto-praga;
4. Nível de dano causado por cigarrinhas-das-pastagens (notas de 1 a 5): ausência de dano ou dano muito leve (1); dano leve (2); dano moderado (3); dano severo (4); dano muito severo (5);
5. Produção anual de matéria seca total e de folhas (lâmina foliar) (kg ha⁻¹), no período das águas e no período seco, separadamente;
6. Teores de proteína bruta (PB, % na matéria seca), fibra em detergente neutro (FDN, % na matéria seca) e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO, % na matéria seca) na massa total e na massa de folhas, no período das águas e no período da seca, separadamente.

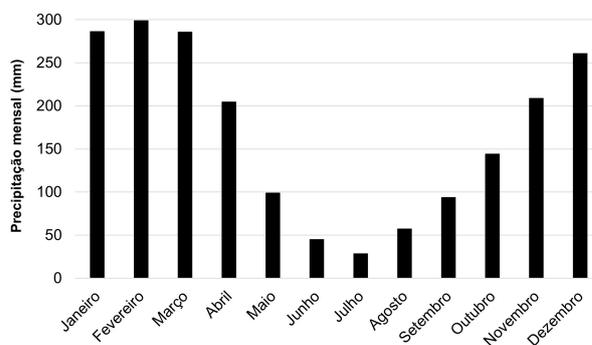


Figura 1. Precipitação média acumulada mensal no período de 1991 a 2020, conforme dados coletados na Estação 82915 em Rio Branco, AC. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia, 2024.

Tabela 1. Composição química e física do solo na profundidade de 0 a 20 cm, em área experimental utilizada para avaliação de genótipos de *B. humidicola* em Rio Branco, Acre.

pH	P	K	S	Ca	Mg	H	Al	CTC	V	MO	Areia	Silte	Argila
H ₂ O	----- mg dm ⁻³ -----			----- cmolc dm ⁻³ -----			----- % -----			g dm ⁻³	----- g kg ⁻¹ -----		
4,4	2,0	43,4	9,7	1,00	0,41	5,34	2,33	9,20	16,52	33,5	356	184	460

As amostras de forragem foram processadas no Laboratório de Bromatologia da Embrapa Acre, com separação morfológica e secagem em estufa de circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas. As amostras de matéria seca total e de folhas foram moídas em moinho de seis facas com peneira de 1 mm e enviadas para o Laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Gado de Corte, onde foram realizadas análises para determinação da PB, FDN e DIVMO, por meio da espectrometria de reflectância no infravermelho próximo (NIRS) (Campos et al., 2024).

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística pela metodologia de modelos mistos (Resende et al., 2008), sendo os componentes de variância estimados pelo método da máxima verossimilhança restrita (REML) e os valores genotípicos preditos pelo método da melhor predição linear não viesada (BLUP). Foram obtidas as médias, as herdabilidades individuais, as acurácias e os coeficientes de variação experimental para cada variável (Resende, 2016). A classificação dos genótipos foi obtida com base no índice de Soma de Postos modificado (Miqueloni et al., 2023), considerando os caracteres de produção de matéria seca e de cobertura do solo simultaneamente, para os períodos das águas e da seca. Os caracteres de valor nutritivo, altura da planta e de resposta à cigarrinha não foram utilizados como critério de seleção, sendo empregados como características complementares na caracterização dos genótipos deste estudo.

Resultados e discussão

Índice de seleção: produção de matéria seca e cobertura do solo

Houve variabilidade genética para os caracteres relacionados à produção de matéria seca total e de folhas, tanto no período chuvoso quanto no seco, sendo a acurácia muito alta (Tabela 2), o que é desejável na seleção em ensaios de valor de cultivo e uso (Resende et al., 2008). Em relação à produção

de matéria seca total e de folhas, diversos genótipos mostraram-se superiores à cv. Comum no período chuvoso (Figuras 2 e 4). No período seco, o desempenho da cv. Comum foi relativamente melhor do que nas águas, ficando próximo ao do observado para parte dos genótipos avaliados (Figuras 3 e 5).

Nota-se que as produtividades de forragem foram relativamente baixas quando comparadas com as de outros estudos publicados para essa espécie. Em experimento realizado em Rio Branco no Acre, híbridos de *B. humidicola*, assim como a cv. Comum, apresentaram melhor desempenho produtivo, com valores fenotípicos médios que variaram de 8,9 a 15,7 t ha⁻¹ ano⁻¹ de matéria seca (Assis et al., 2014), quando avaliados em Latossolo vermelho distrófico. Nas savanas Orinoquianas da Colômbia, a produtividade de híbridos de *B. humidicola* e da testemunha cv. Tully, também foram maiores, com valores médios de 12,5 t ha⁻¹ ano⁻¹ de matéria seca (Villegas et al., 2023), próximos aos publicados por Assis et al. (2014).

Por outro lado, produtividades de matéria seca mais baixas também foram verificadas em ensaios realizados nas décadas de 1980 e 1990 com acessos da coleção de germoplasma de *Brachiaria* em diferentes países da América Tropical, em solos mal drenados, porém com a vantagem de elevada cobertura do solo nesses ambientes (Argel e Keller-Grein, 1996), corroborando com os resultados do presente estudo (Figuras 2 a 5). Pardo e Perez (2010) também relataram produtividades anuais relativamente baixas, variando de 7 a 9 t ha⁻¹ de matéria seca para a cv. Llanero e de 7 a 8 t ha⁻¹ de matéria seca para a cv. Comum, quando cultivadas em solos ácidos e de baixa fertilidade em planícies do trópico úmido da Colômbia.

A menor produtividade de matéria seca dos genótipos de *B. humidicola* neste estudo pode ser atribuída a diversos fatores, como à baixa dosagem de calcário dolomítico aplicado por ocasião da implantação, às características intrínsecas do solo de cultivo e ao ataque generalizado de cigarrinhas-das-pastagens.

Tabela 2. Média anual, herdabilidade (h^2), acurácia e coeficiente de variação experimental (CVe, %) da produção acumulada de matéria seca total (PMST) e de folhas (PMSF), avaliadas em genótipos de *B. humidicola* em solo com drenagem deficiente, no período de 2021 a 2023, em Rio Branco, AC.

Característica (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)	Média	h^2	Acurácia	CVe
PMST acumulada - Águas	4.918,4	0,61*	0,93	19,3
PMST acumulada - Seca	474,7	0,57*	0,92	25,8
PMSF acumulada - Águas	3.224,5	0,61*	0,93	18,7
PMSF acumulada - Seca	398,2	0,53*	0,90	26,0

* - significativo pelo teste do qui-quadrado ($P < 0,05$).

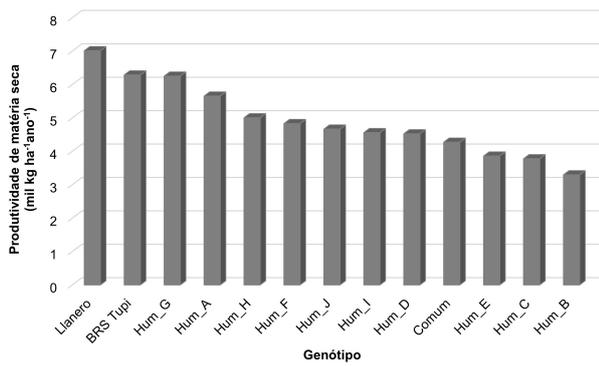


Figura 2. Valores genotípicos preditos da produção de matéria seca total acumulada (mil kg ha⁻¹ ano⁻¹) no período das águas (média anual) de genótipos de *B. humidicola* avaliados em solo com drenagem deficiente, em Rio Branco, AC.

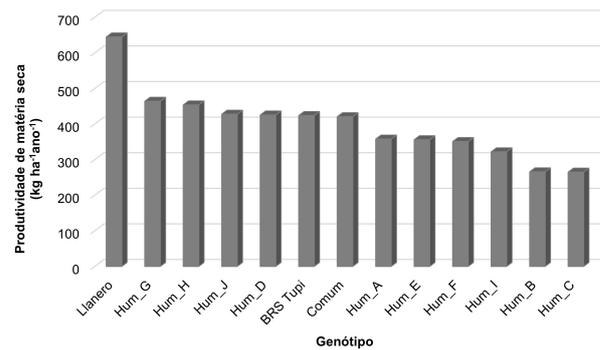


Figura 5. Valores genotípicos preditos da produção de matéria seca de folhas acumulada (kg ha⁻¹ ano⁻¹) no período da seca (média anual) de genótipos de *B. humidicola* avaliados em solo com drenagem deficiente, em Rio Branco, AC.

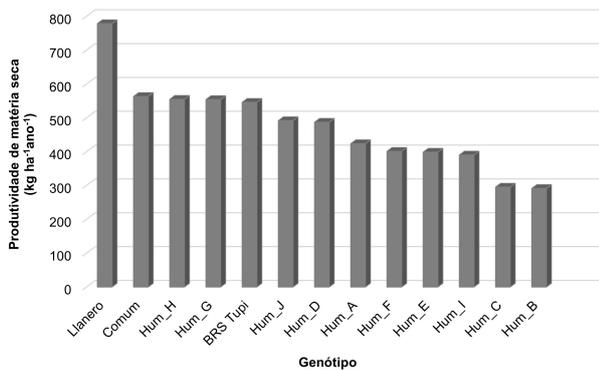


Figura 3. Valores genotípicos preditos da produção de matéria seca total acumulada (kg ha⁻¹ ano⁻¹) no período da seca (média anual) de genótipos de *B. humidicola* avaliados em solo com drenagem deficiente, em Rio Branco, AC.

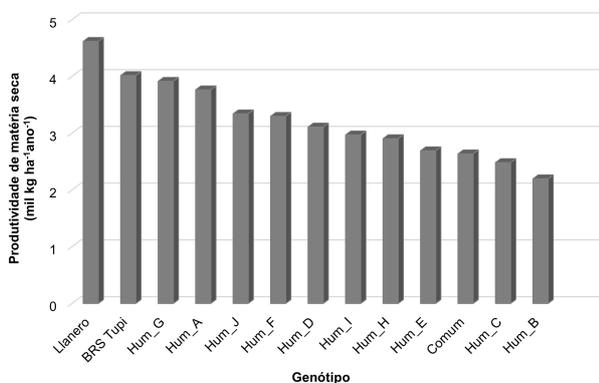


Figura 4. Valores genotípicos preditos da produção de matéria seca de folhas acumulada (mil kg ha⁻¹ ano⁻¹) no período das águas (média anual) de genótipos de *B. humidicola* avaliados em solo com drenagem deficiente, em Rio Branco, AC.

Em relação à calagem, a dosagem de 300 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico, provavelmente, não foi suficiente para elevar a saturação por bases para 30%, conforme recomendado para pastagens de *B. humidicola* (Vilela et al., 1998). Adicionalmente, como não houve reposição de magnésio durante o período experimental, a aplicação realizada na implantação pode não ter sido suficiente para assegurar a disponibilidade do nutriente no solo, prejudicando o processo de fotossíntese (Whitehead, 2000).

Considera-se, ainda, que a condução deste ensaio ocorreu em solo com drenagem deficiente, sujeito ao encharcamento temporário durante o período chuvoso (Figura 6). Com base em sua classificação, este solo proporciona restrição ao enraizamento das plantas em profundidade (Almeida et al., 2021). Adicionalmente, os genótipos experimentaram período de baixa precipitação (Figura 1) e déficit hídrico, característicos do clima da região, com retração do solo (Figura 6), o que também acarreta prejuízos ao desenvolvimento das plantas (Novaes, 2023). Portanto, por estarem em solo de atividade alta da argila (Zaroni e Santos, 2021), foram submetidos aos movimentos de contração quando secos, e de expansão, quando úmidos. Ressalta-se, no entanto, que *B. humidicola* se destaca entre várias outras do gênero *Brachiaria*, como *B. brizantha*, *B. decumbens* e *B. ruziziensis*, sendo tolerante ao encharcamento temporário do solo, mesmo podendo ocorrer relativa redução de produtividade nessas condições (Souza, 2022; Dias-Filho e Lopes, 2019). Argel e Keller-Grein (1996) enfatizam a elevada tolerância a solos mal drenados da cv. Comum associada ao seu o hábito de crescimento prostrado e estolonífero, capaz de cobrir bem o solo e competir agressivamente com plantas invasoras, reduzindo a degradação da pastagem e erosão do solo.

Outro fator que contribuiu para os baixos valores de produtividade de forragem observados, foi o ataque generalizado de cigarrinhas-das-pastagens ocorrido na primavera de 2021, que causou danos severos em todos os genótipos, comprometendo o crescimento das plantas por um período de 60 a 90 dias. O estande das parcelas foi recuperado após o controle do inseto com aplicação de produto comercial composto pelos ingredientes ativos “lambda-cialotrina” e “tiametoxam” (Fazolin et al., 2016) e favorecido pela emissão de novos estolões pelas plantas.

A cobertura do solo no período de estabelecimento é uma característica de grande importância no processo de reforma ou recuperação de pastagens e, em especial, para *B. humidicola*, que apresenta estabelecimento relativamente lento quando comparada com outras gramíneas forrageiras (Valle et al., 2022). Neste estudo, verificou-se variabilidade genética entre os genótipos para a cobertura do solo em diferentes épocas de avaliação, com valores altos de acurácia (Tabela 3). Os genótipos Hum_H, Hum_J, Hum_A, Hum_G, Hum_I e

Hum_E se destacaram em relação à cv. Comum ao final do período de estabelecimento (Figura 7).

Nota-se que, no período das águas, a variabilidade genética foi proporcionalmente menor e a média, elevada (Tabela 3). Ainda assim, as cultivares Comum e Llanero ficaram entre as piores posições (Figura 8), fato que ocorreu também no período seco de 2023 (Figura 10). No período seco de 2021 e 2022, houve destaque para a cobertura do solo do genótipo Hum_H (Figura 9), sendo importante ressaltar que, em função do severo ataque de cigarrinha-das-pastagens de forma generalizada ocorrido no experimento em dezembro de 2021, as parcelas se encontravam em processo de recuperação durante o ano de 2022, o que contribuiu para a baixa média observada (Tabela 3). Ao analisar a cobertura do solo nas diferentes épocas e condições avaliadas, nota-se a superioridade do genótipo Hum_H em relação aos demais, que apresentou crescimento prostrado com estolões rentes ao solo (Figura 11), capazes de cobrir o solo mais rapidamente, tanto no estabelecimento quanto em condições adversas, como no ataque de cigarrinhas-das-pastagens.

Fotos: Giselle Mariano L. de Assis



Figura 6. Condições impostas aos genótipos de *B. humidicola* em função do solo de cultivo (Plintossolo háplico Ta distrófico), com encharcamento temporário, à esquerda, durante o período das águas; e retração, com abertura de fendas, à direita, durante o período da seca.

Tabela 3. Média anual, herdabilidade (h^2), acurácia e coeficiente de variação experimental (CVe, %) da cobertura de solo (CS), avaliada em genótipos de *B. humidicola* em solo com drenagem deficiente, no período de 2021 a 2023, em Rio Branco, AC.

Característica (%)	Média	h^2	Acurácia	CVe
CS no estabelecimento (05/2021)	76,8	0,38*	0,84	22,5
CS – Águas (2021 a 2023)	93,4	0,21*	0,71	4,6
CS – Seca (2021 e 2022)	83,1	0,38*	0,84	11,1
CS – Seca (2023)	98,8	0,51*	0,90	1,3

* - significativo pelo teste do qui-quadrado ($P < 0,05$).

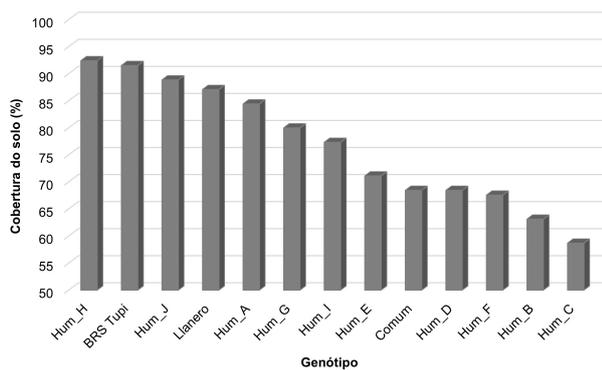


Figura 7. Valores genotípicos preditos da cobertura do solo (%) ao final do período de estabelecimento (maio/2021) de genótipos de *B. humidicola* avaliados em solo com drenagem deficiente em Rio Branco, AC.

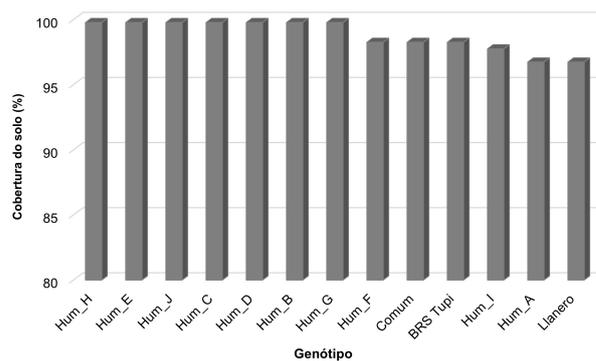


Figura 10. Valores genotípicos preditos da cobertura do solo (%) no período da seca (2023) de genótipos de *B. humidicola* avaliados em solo com drenagem deficiente, em Rio Branco, AC.

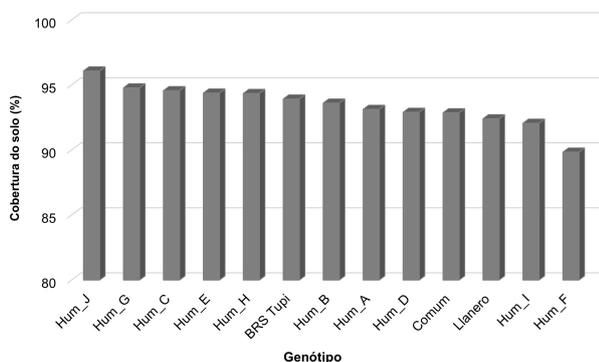


Figura 8. Valores genotípicos preditos da cobertura do solo (%) no período das águas (média anual) de genótipos de *B. humidicola* avaliados em solo com drenagem deficiente, em Rio Branco, AC.



Fotos: Giselle Mariano L. de Assis

Figura 11. Destaque para o genótipo Hum_H de *B. humidicola*, com seu hábito de crescimento prostrado e denso desenvolvimento de estolões, capazes de promover mais rápida cobertura do solo.

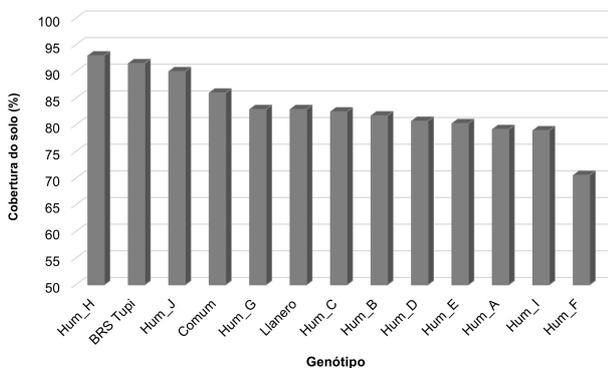


Figura 9. Valores genotípicos preditos da cobertura do solo (%) no período da seca (média dos anos de 2021 e 2022) de genótipos de *B. humidicola* avaliados em solo com drenagem deficiente, em Rio Branco, AC.

Ao utilizar o índice de seleção de Soma de Postos modificado, considerando as características de produção de matéria seca e de cobertura do solo simultaneamente, obteve-se a classificação observada na Tabela 4, em que os genótipos Hum_H, Hum_G, Hum_J, Hum_A e Hum_D apresentaram ranqueamento superior ao da cv. Comum. Os genótipos Hum_H, Hum_G e Hum_J também foram classificados em posição superior à das cultivares Llanero e BRS Tupi. Nota-se, portanto, a existência de três a cinco genótipos bastante promissores, que reúnem elevado desempenho produtivo no período das águas e da seca, associado com alta capacidade de cobertura do solo, tanto no estabelecimento quanto nas demais épocas do ano, inclusive com capacidade de recompor a área exposta pelos danos causados pelo ataque de cigarrinha-das-pastagens.

Tabela 4. Índice de seleção de Soma de Postos modificado, considerando os caracteres de produção de matéria seca e cobertura do solo no período das águas e no período da seca, simultaneamente.

Ranqueamento	Genótipo	Soma de Postos
1	Hum_H	28
2	Hum_G	32
3	Hum_J	32
4	BRS Tupi	35
5	Llanero	38
6	Hum_A	60
7	Hum_D	61
8	Comum	62
9	Hum_E	64
10	Hum_C	76
11	Hum_F	76
12	Hum_I	80
13	Hum_B	84

Conforme resultado obtido por Silva (2023), os dez genótipos avaliados neste estudo foram aqueles selecionados para produção de sementes por dois anos consecutivos em Campo Grande, MS, a partir de uma coleção de 54 materiais. Nota-se que entre os três melhores genótipos ranqueados pelo índice de seleção (Tabela 4), dois estão entre os três

melhores para produtividade de sementes puras, Hum_H e Hum_G (Figura 12).

Caracteres complementares: altura da planta, valor nutritivo e resposta às cigarrinhas-das-pastagens

A altura da planta medida antes de cada corte apresentou elevada variabilidade genética e acurácia muito alta, tanto no período das águas quanto no período da seca (Tabela 5). No período chuvoso, a cv. Comum ficou em posição intermediária (Figura 13), sendo a cv. Llanero aquela de maior porte, inclusive no período seco (Figura 14). A cv. Llanero possui como desvantagens o seu porte mais alto e ereto (Figuras 13 e 14) e o menor enraizamento dos estolões (Valle et al., 2022), apresentando maior dificuldade para cobrir completamente o solo, facilitando a germinação de sementes de plantas daninhas (Figura 15). O hábito de crescimento semiereto da cv. Llanero também é descrito por outros autores (Argel e Keller-Grein, 1996).

Observa-se que há genótipos contrastantes em relação à altura no período chuvoso entre os mais bem ranqueados pelo índice de seleção (Tabela 4), como o Hum_G e Hum_H, o que se torna interessante para a diversificação das pastagens e utilização em diferentes sistemas de produção. O genótipo Hum_H possui porte mais baixo e crescimento mais prostrado, arquitetura de planta diferente do genótipo Hum_G, que apresenta maior porte, ficando posicionado entre as cultivares Llanero e Comum (Figura 16).

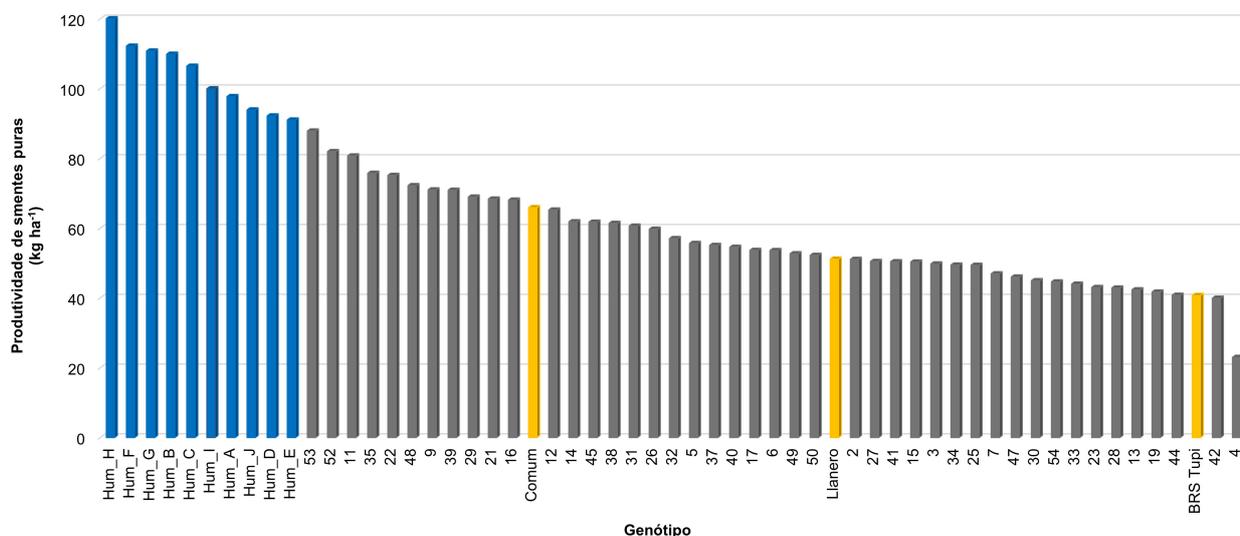


Figura 12. Valores genotípicos preditos da produtividade de sementes puras (kg ha⁻¹) de 54 genótipos e 3 cultivares de *B. humidicola*, obtidos a partir da análise conjunta dos anos 2019 e 2020, em Campo Grande, MS. Fonte: adaptado de Silva (2023).

Tabela 5. Média anual, herdabilidade (h^2), acurácia e coeficiente de variação experimental (CVe, %) da altura da planta (cm), avaliada em genótipos de *B. humidicola* em solo com drenagem deficiente, no período de 2021 a 2023, em Rio Branco, AC.

Característica (cm)	Média	h^2	Acurácia	CVe
Altura da planta – Águas	28,2	0,87*	0,98	6,9
Altura da planta – Seca	15,8	0,76*	0,96	8,0

* - significativo pelo teste do qui-quadrado ($P < 0,05$).

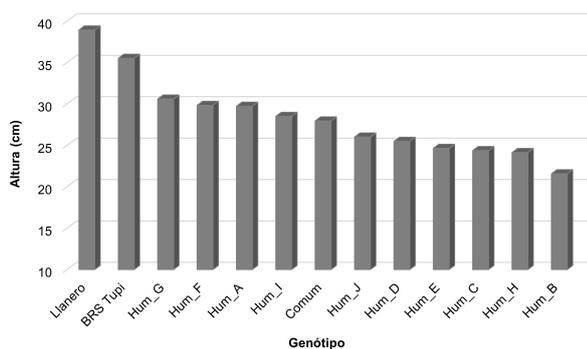


Figura 13. Valores genotípicos preditos da altura da planta (cm) no período das águas (média anual) de genótipos de *B. humidicola* avaliados em solo com drenagem deficiente, em Rio Branco, AC.



Foto: Giselle Mariano L. de Assis

Figura 15. Espaço entre touceiras da *B. humidicola* cv. Llanero, como consequência de seu porte mais ereto e menor enraizamento de estolões, com a presença de plantas daninhas.

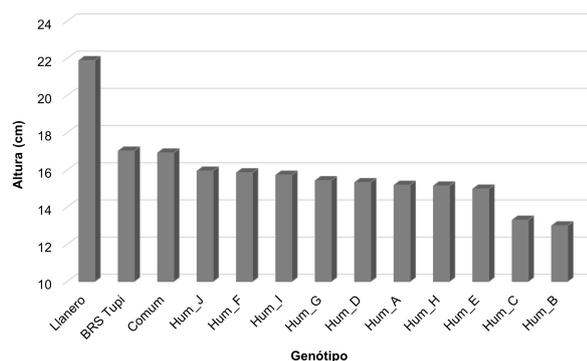


Figura 14. Valores genotípicos preditos da altura da planta (cm) no período da seca (média anual) de genótipos de *B. humidicola* avaliados em solo com drenagem deficiente, em Rio Branco, AC.



Foto: Giselle Mariano L. de Assis

Figura 16. Detalhe do genótipo Hum_G de *B. humidicola*, ranqueado entre os melhores pelo índice de seleção, com porte intermediário entre a cv. Llanero e a cv. Comum.

B. humidicola é uma espécie conhecida por apresentar baixo valor nutritivo, associado ao baixo teor de proteína bruta e baixa digestibilidade (Valle et al., 2022). Neste estudo, foi verificada variabilidade genética para a maioria das características relacionadas ao valor nutritivo, com acurácias seletivas variando de alta a muito alta (Tabela 6). No período seco, porém, para os caracteres proteína bruta e fibra em detergente neutro na folha, não houve variabilidade genética entre os genótipos avaliados, sendo as acurácias associadas a esses caracteres baixa e moderada, respectivamente.

Os genótipos com classificação superior em relação à cv. Comum pelo índice de seleção (Tabela 4) apresentaram respostas variadas em relação ao valor nutritivo. Verifica-se que somente Hum_D e Hum_A superaram a cv. Comum para teor de PB nas folhas no período chuvoso e na matéria seca total no período da seca, respectivamente (Figura 17). Para a característica FDN, três genótipos

(Hum_A, Hum_H e Hum_J) foram consistentes em superar a cv. Comum (Figura 18), exceto nas folhas no período seco, quando não houve variabilidade genética. Em relação à DIVMO, os genótipos Hum_D, Hum_H e Hum_J apresentaram maior digestibilidade que a cv. Comum nas quatro situações analisadas (Figura 19), sendo que para a digestibilidade na folha no período seco, todos os cinco genótipos mais bem ranqueados pelo índice de seleção (Tabela 4) se destacaram em relação à cv. Comum. Nota-se que o genótipo Hum_G, apesar de se destacar para produção de matéria seca, cobertura do solo e produtividade de sementes, apresentou menor valor nutritivo de forma consistente, ao analisar PB, FDN e DIVMO (Figuras 17, 18 e 19), tanto no período das águas quanto no período da seca.

Tabela 6. Média anual, herdabilidade (h^2), acurácia e coeficiente de variação experimental (CVe, %) da proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO), avaliadas na matéria seca (MS) total e de folhas de genótipos de *B. humidicola* em solo com drenagem deficiente, no período de 2021 a 2023, em Rio Branco, AC.

Característica (% na MS)	Média	h^2	Acurácia	CVe
PB Total – Águas	8,0	0,40*	0,85	4,6
PB Total – Seca	9,6	0,26*	0,77	4,9
PB Folhas – Águas	8,7	0,25*	0,76	5,8
PB Folhas – Seca	10,5	0,00	0,13	7,7
FDN Total – Águas	76,2	0,72*	0,91	0,6
FDN Total – Seca	71,5	0,53*	0,91	1,2
FDN Folhas – Águas	74,7	0,60*	0,92	0,8
FDN Folhas – Seca	70,9	0,08 ^{ns}	0,52	2,0
DIVMO Total – Águas	55,5	0,50*	0,80	1,3
DIVMO Total – Seca	55,9	0,30*	0,80	2,5
DIVMO Folhas – Águas	60,2	0,42*	0,86	1,2
DIVMO Folhas – Seca	62,5	0,19*	0,70	2,2

* e ^{ns} - significativo e não significativo, respectivamente, pelo teste do qui-quadrado ($P < 0,05$).

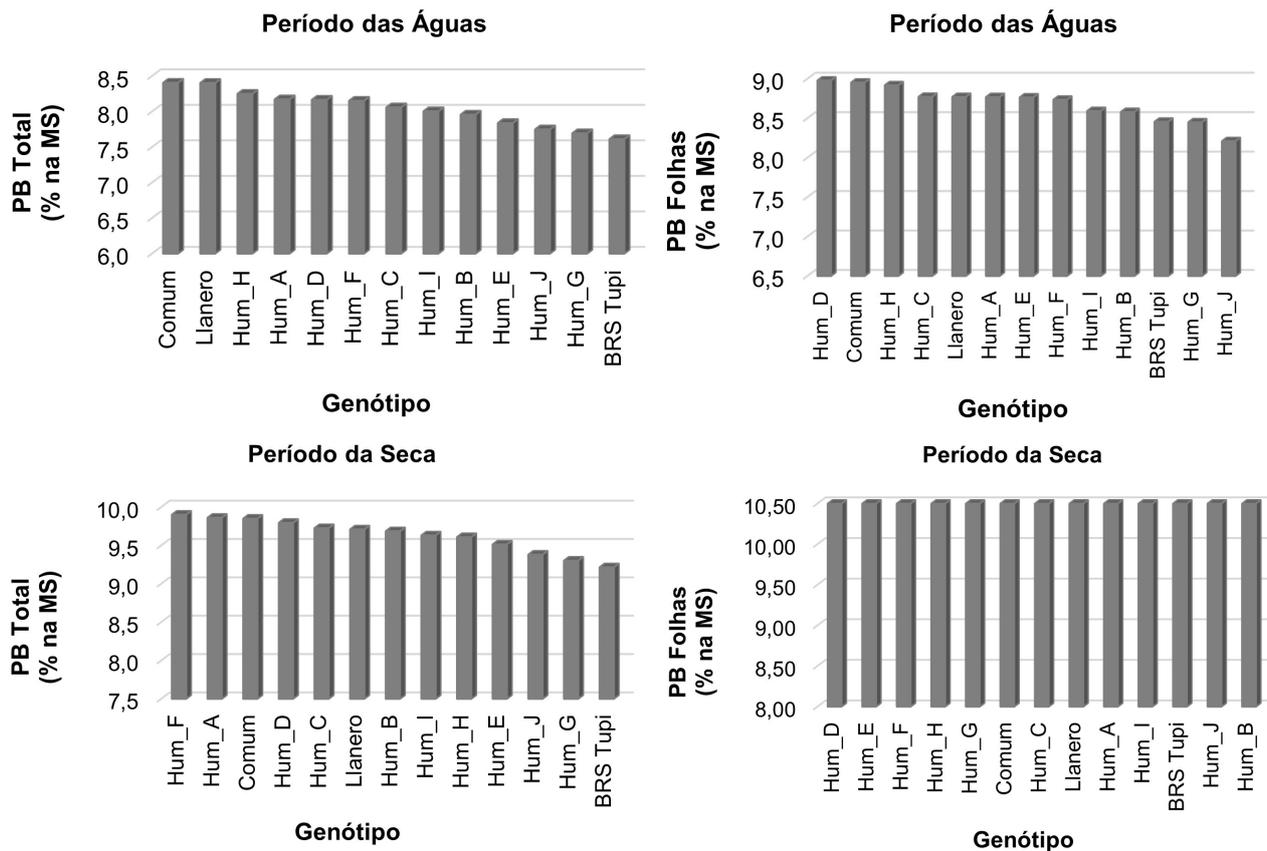


Figura 17. Valores genotípicos preditos da proteína bruta (PB, % na MS) de genótipos de *B. humidicola* avaliados em solo com drenagem deficiente, no período de 2021 a 2023, em Rio Branco, AC.

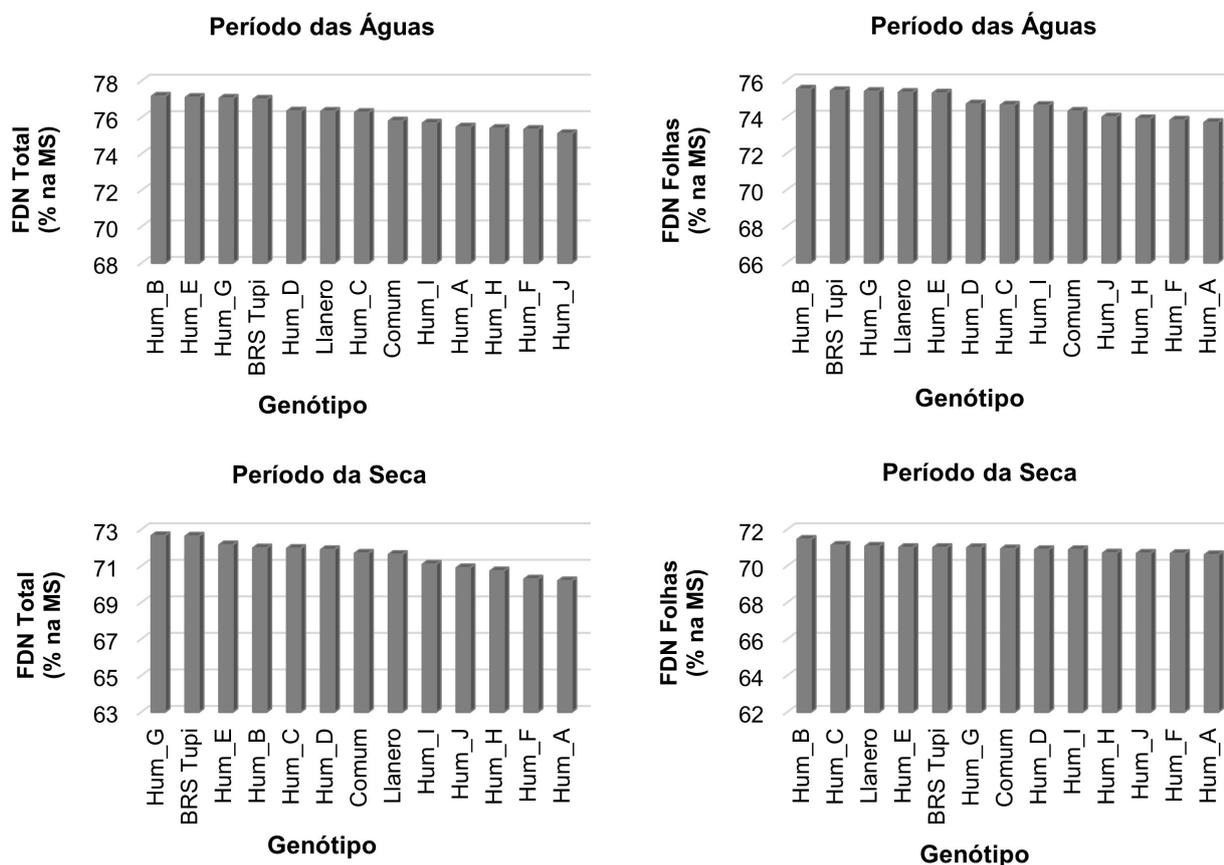


Figura 18. Valores genotípicos preditos da fibra em detergente neutro (FDN, % na MS) de genótipos de *B. humidicola* avaliados em solo com drenagem deficiente, no período de 2021 a 2023, em Rio Branco, AC.

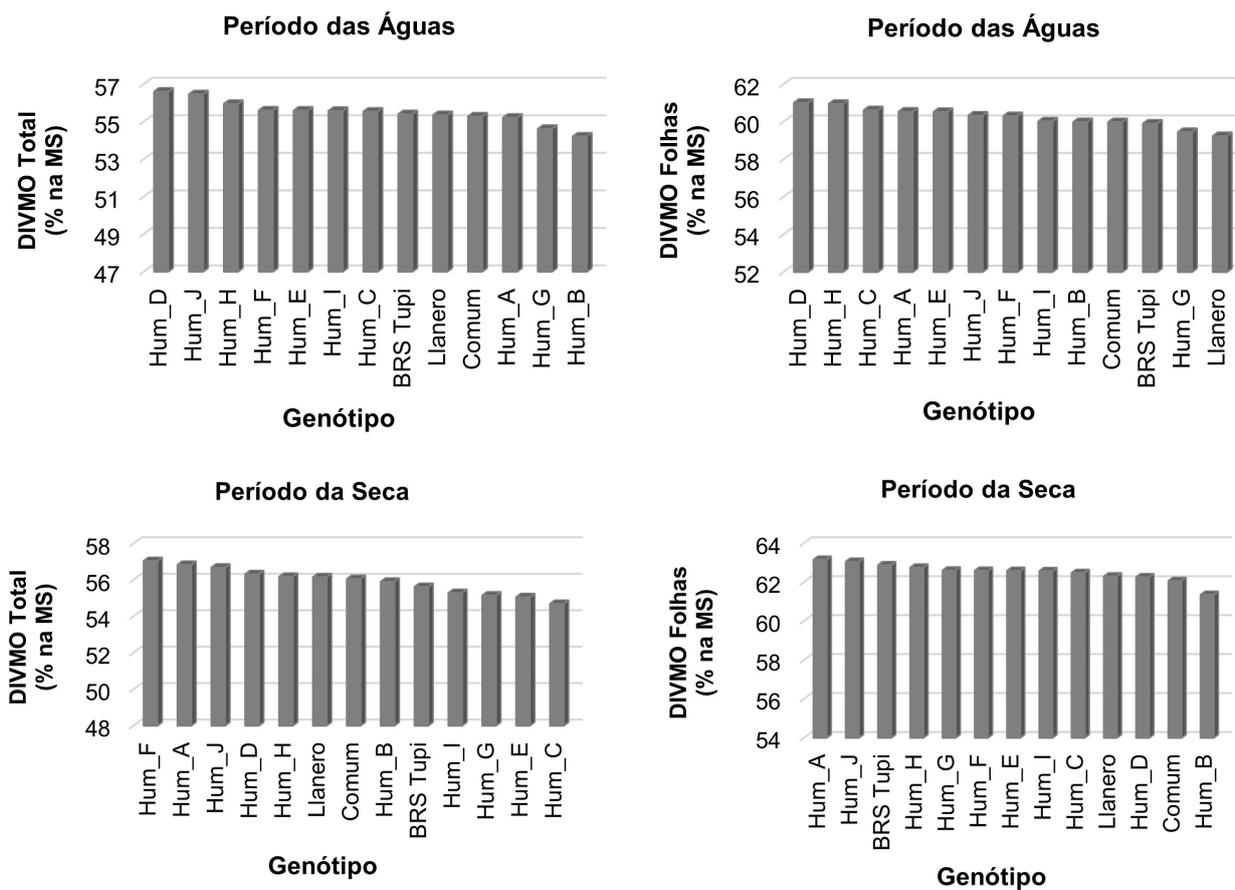


Figura 19. Valores genotípicos preditos da digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO, % na MS) de genótipos de *B. humidicola* avaliados em solo com drenagem deficiente, no período de 2021 a 2023, em Rio Branco, AC.

As características número de massa de espumas e nível de danos causados pelas cigarrinhas-das-pastagens também foram mensuradas no experimento (Figura 20). Foi considerada a ocorrência de dois “picos populacionais” para a realização das avaliações do número de massas de espuma, sendo o primeiro observado no mês de junho de 2021 e o segundo entre os meses de outubro e novembro do mesmo ano. Conseqüentemente, os danos causados às plantas por cigarrinha-das-pastagens foram verificados em agosto de 2021 e entre dezembro de 2021 e março de 2022. Porém, em decorrência do severo ataque generalizado por cigarrinhas-das-pastagens no experimento na primavera de 2021, procedeu-se ao controle químico dos insetos a partir do segundo ano de avaliação.

Houve variabilidade genética significativa ($p < 0,05$) para ambas as características e períodos avaliados (Tabela 7). As acurácias variaram de magnitudes moderadas a altas; porém, foram observados elevados coeficientes de variação experimental para tais caracteres. Em relação aos valores genotípicos preditos, verifica-se que a cv. Comum apresentou menor massa de espumas na avaliação realizada em

outubro e novembro de 2021 e ficou entre os melhores classificados em junho do mesmo ano para esta característica (Figura 21). Porém, apresentou classificação intermediária de dano no período de dezembro de 2021 a março de 2022 e foi a que obteve maior valor genotípico para dano em agosto de 2021.

Estudos sobre a resistência de gramíneas forrageiras às cigarrinhas-das-pastagens realizados na década de 1980 (Botelho et al., 1980; Menezes; Ruiz, 1981) classificaram a *B. humidicola* como resistente a essa praga. Porém, no trópico úmido brasileiro, são observados danos significativos em *B. humidicola* cv. Comum em regiões com elevados níveis populacionais de cigarrinhas (Valério, 2009), reforçando que esta cultivar apresenta resistência por tolerância (Cosenza et al., 1989) e não por antibiose, considerando que somente esta última afeta a reprodução do inseto-praga na pastagem. Os genótipos avaliados neste experimento apresentam, provavelmente, o mesmo mecanismo de tolerância já observado na cv. Comum, mostrando-se hospedeiros dos insetos e capazes de sofrer danos moderados a severos quando submetidos a altos níveis populacionais da cigarrinha.



Foto: Giselle Mariano L. de Assis

Figura 20. Massas de espuma de cigarrinha-das-pastagens e danos observados nos genótipos de *B. humidicola* avaliados em solo com drenagem deficiente, em Rio Branco, AC.

Tabela 7. Média anual, herdabilidade (h^2), acurácia e coeficiente de variação experimental (CVe, %) do número de massas de espuma e do nível de dano causado por cigarrinhas-das-pastagens (notas de 1 a 5) avaliados em genótipos de *B. humidicola* em solo com drenagem deficiente, no período de 2021 a 2023, em Rio Branco, AC.

Característica	Média	h^2	Acurácia	CVe
Nº de massas de espuma – 06/2021	0,99	0,29*	0,79	70,1
Nº de massas de espuma – 10/2021 e 11/2021	5,91	0,26*	0,77	46,2
Nível de dano por cigarrinha – 08/2021	1,20	0,17*	0,67	36,2
Nível de dano por cigarrinha – 12/2021 a 03/2022	1,46	0,32*	0,81	34,4

* significativo pelo teste do qui-quadrado ($P < 0,05$).

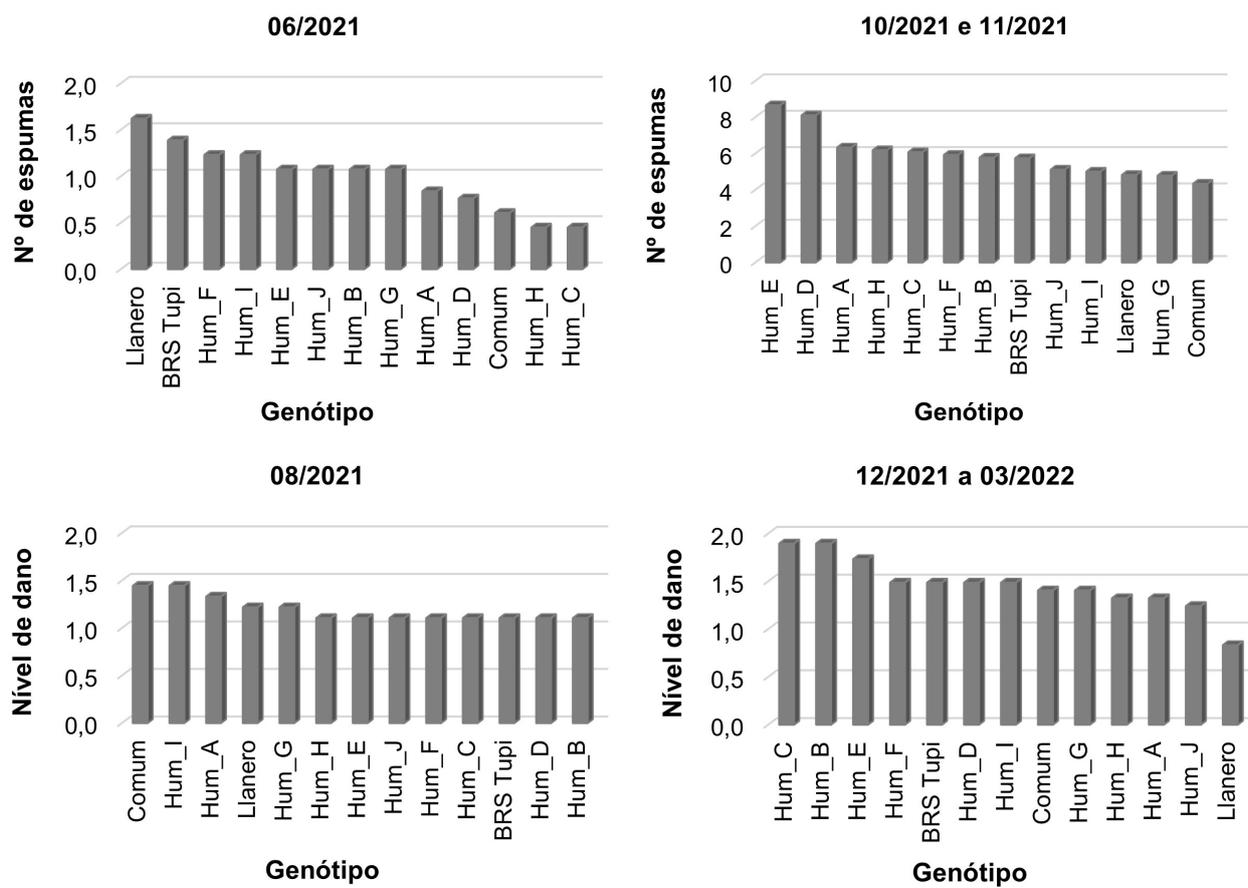


Figura 21. Valores genotípicos preditos do número de massas de espuma e do nível de dano (1 a 5) causados por cigarrinha-das-pastagens em genótipos de *B. humidicola* avaliados em solo com drenagem deficiente, no período de 2021 a 2023, em Rio Branco, AC.

Conclusões

1. Há variabilidade genética entre os genótipos de *B. humidicola* avaliados, principalmente para produtividade de matéria seca e altura da planta, com elevada acurácia seletiva e mediana a alta herdabilidade;

2. Cinco genótipos são superiores à cv. Comum quando ranqueados pelo índice de seleção: Hum_H, Hum_G, Hum_J, Hum_A e Hum_D;

3. Três genótipos são superiores às cultivares Comum, Llanero e BRS Tupi, quando ranqueados pelo índice de seleção: Hum_H, Hum_G e Hum_J;

4. Os genótipos superiores pelo índice de seleção Hum_H e Hum_G também estão entre os de maior produtividade de sementes;

5. Os genótipos Hum_H e Hum_G são contrastantes em relação à altura da planta e valor nutritivo, sendo Hum_H de porte mais baixo e de maior valor nutritivo e Hum_G de porte mais alto e de menor valor nutritivo;

6. Há genótipos promissores, candidatos a novas cultivares, que devem ser avaliados sob pastejo para mensuração da resposta animal.

Agradecimentos

À Associação para o Fomento à Pesquisa de Melhoramento de Forrageiras Tropicais (Unipasto) pelo auxílio financeiro na execução deste trabalho.

Referências

ALMEIDA, E. de P. C.; ZARONI, M. J.; SANTOS, H. G. **Plintossolos háplicos**, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/plintossolos/plintossolos-haplicos>. Acesso em 05 set. 2024.

ANDRADE, C. M. S. de; MACEDO, V. H. M.; SALES, M. F. L. **Pecuária de cria no Acre: uso de pastagens e suplementação do rebanho**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2024. (Embrapa Acre. **Documentos** 181).

- ARGEL, P. J.; KELLER-GREIN, G. Regional experience with *Brachiaria*: Tropical America-humid lowlands. In: MILES, J.W.; MAASS, B.L.; VALLE, C.B. do (Ed.) **Brachiaria: biology, agronomy, and improvement**. Cali: CIAT, 1996. p. 205-221.
- ASSIS, G. M. L. de; ANDRADE, C. M. S. de; JANK, L.; BARRIOS, S. C. L.; VALENTIM, J. F. Metodologia para avaliação e seleção a campo de genótipos de gramíneas forrageiras para tolerância à síndrome da morte do braquiarião. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2023. 42 p. (Embrapa Acre. **Documentos**, 178).
- ASSIS, G. M. L. de; SANTOS, C. F. dos; FLORES, P. S.; VALLE, C. B. do. Genetic divergence among *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick hybrids evaluated in the Western Brazilian Amazon. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 14, n. 4, p. 224-231, 2014.
- BARBOSA, R. A. (ed.). **Morte de pastos de braquiárias**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2006. 206 p. il. color. CNPQC.
- BOTELHO, W.; GAEIRAS, L. A. da C.; REIS, P. R. **Susceptibilidade de espécies de gramíneas ao ataque de cigarrinhas-das-pastagens (Homoptera, Cercopidae)**. Projeto bovinos; cigarrinhas-das-pastagens, relat. 1974/79. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Belo Horizonte, MG, Brasil. 1980. p. 136-153.
- DIAS-FILHO, M. B. Breve histórico das pesquisas em recuperação de pastagens degradadas na Amazônia. In: DIAS-FILHO, M. B.; ANDRADE, C. M. S. de (Ed.). **Recuperação de pastagens degradadas na Amazônia**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. Cap. 1, p. 13-54.
- DIAS-FILHO, M. B.; LOPES, M. J. dos S. Respostas de cultivares de *Brachiaria humidicola* e de *Brachiaria brizantha* 'Marandu' ao alagamento do solo. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2019. 27 p. (Embrapa Amazônia Oriental. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento**, 137).
- CAMPOS, R. L. C. de; OLIVEIRA, R. H. M. de; MACEDO, M. C. M.; GOMES, R. da C. Predicting the nutritional value of tropical forages by Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS). Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2024. (Embrapa Gado de Corte. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 56).
- COSENZA, G. W.; ANDRADE, R. P. de; GOMES, D. T.; ROCHA, C. M. C. da. Resistência de Gramíneas Forrageiras à Cigarrinha-da-Pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.8; p. 961-968 ago. 1989.
- FAZOLIN, M.; SANTOS, R. S.; ANDRADE, C. M. S. de; ASSIS, G. M. L. de; VALENTIM, J. F. **Cigarrinhas-das-pastagens**: como identificar e controlar a principal praga das pastagens. Rio Branco, AC: Embrapa Acre: Fundepec, 2016. 1 folder.
- KELLER-GREIN, G.; MAASS, B. L.; HARSON, J. Natural variation in *Brachiaria* and existing germoplasm collections. In: MILES, J. W.; MAASS, B. L.; VALLE, C. B. do (ed.). **Brachiaria: biology, agronomy and improvement**. Cali: CIAT; Brasília, DF: EMBRAPA-CNPQC, 1996. p. 16-42.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais climatológicas**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais/>. Acesso em: 09 set 2024.
- MAPA. **Controle da Produção de Sementes e Mudanças**, 2024b. Disponível em: <https://mapa-indicadores.agricultura.gov.br/publico/extensions/SIGEF/SIGEF.html>. Acesso em 11 jun. 2024.
- MAPA. **Registro Nacional de Cultivares**, 2024a. Disponível em http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php. Acesso em 05 set. 2024.
- MAPA. **Registro Nacional de Cultivares**, 2024c. Disponível em <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/registro-nacional-de-cultivares/valor-de-cultivo-e-uso-2013-vcu>. Acesso em 05 set. 2024.
- MARTINS, C. D. M.; EUCLIDES, V. P. B.; BARBOSA, R. A.; MONTAGNER, D. B.; MIQUELOTO, T. Consumo de forragem e desempenho animal em cultivares de *Urochloa humidicola* sob lotação contínua. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.48, n.10, p.1402-1409, outubro, 2013.
- MENEZES, M.; RUIZ, M. A. M. Aspectos da resistência de três gramíneas forrageiras ao ataque de *Zulia entre-riana* (Berg) (Homoptera: Cercopidae). **Rev. Theobroma** 11 (1): 5359, 1981.
- MIQUELONI, D. P.; ASSIS, G. M. L. de; BEBER, P. M. Forage peanut genetic variability: multi-trait selection for forage production and ornamental purposes. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 45, e61163, 2023.
- NOVAES, M. H. dos S. **Comportamento físico-mecânico de solos com caráter retrátil do sul do Brasil**. 2023. 115 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Lages. Orientadora: Letícia Sequinatto.
- PARDO, Ó.; PÉREZ, O. (2010). **Alternativas forrajeras para los Llanos Orientales de Colombia**. Disponível em <http://hdl.handle.net/20.500.12324/35795>. Acesso em 05 set. 2024.
- RESENDE, M. D. V. de. Software Selegen-REML/BLUP: a useful tool for plant breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v. 16, n. 4, p. 330-339, Oct./Dec. 2016.

RESENDE, M. D. V. de; RESENDE, R. M. S.; JANK, L.; VALLE, C. B. do. Experimentação e análise estatística no melhoramento de forrageiras. In: RESENDE, R. M. S.; VALLE, C. B. do; JANK, L. (Ed.). **Melhoramento de forrageiras tropicais**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2008. p. 195-293

SANTOS, P. M.; EUCLIDES, V. P. B. (ed.). Demandas para pesquisas e desenvolvimento para as pastagens no Brasil. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2022. 59 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. **Documentos**, 144).

SILVA, F. A. S. **Seleção de acessos de *Urochloa humidicola* para produtividade de sementes**. 2023. 95 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias – Agronomia, Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde. Orientadora: Jaqueline Rosimeire Verzignassi.

SOUZA, C. S. de. **Respostas morfoagronômicas e fisiológicas de gramíneas forrageiras tropicais visando a seleção para tolerância ao alagamento**. 2022. 156 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco. Orientadora: Giselle Mariano Lessa de Assis.

SOUZA, F. H. D. de; VERZIGNASSI, J. R.; PERES, R. M.; COUTINHO FILHO, J. L. V.; JUSTO, C. L. Produção comercial de sementes de *Brachiaria* (syn. *Urochloa humidicola*) no Brasil. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2016. 43 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. **Documentos**, 121).

TONATO, F.; PERIN, R.; DIAS FILHO, M. B. Opções de forrageiras para pastagens na Amazônia. In: DIAS-FILHO, M. B.; ANDRADE, C. M. S. de (Ed.).

Recuperação de pastagens degradadas na Amazônia. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 79-126.

VALÉRIO, J. R. Cigarrinhas-das-pastagens. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2009. 51 p. (Embrapa Gado de Corte. **Documentos**, 179).

VALLE, C. B.; VALÉRIA, P.B.C.; SIMEÃO, R. M.; BARRIOS, S. C. L.; Gênero *Brachiaria*. In: FONSECA, D. M. da; MARTUSCELLO, J. A. (ed.). **Plantas forrageiras**. 2. ed. rev. ampl. Viçosa, MG: Editora UFV, 2022. cap. 2.

VILELA, L.; SOARES, W. V.; SOUSA, D. M. G. de; MACEDO, M. C. M. Calagem e adubação para pastagens na região do Cerrado. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 16p. (EMBRAPA-CPAC. **Circular Técnica**, 37).

VILLEGAS, D.M.; ARÉVALO, A.; SOTELO, M.; NUÑEZ, J.; MORETA, D.; RAO, I.; ISHITANI, M.; SUBBARAO, G.V.; ARANGO, J. Phenotyping of *Urochloa humidicola* grass hybrids for agronomic and environmental performance in the Piedmont region of the Orinoquian savannas of Colombia. **Grass and Forage Science**, v.78, n.1, p.119-128, 2022.

WHITEHEAD, D. C. **Nutrient elements in grasslands: soil-plant-animal relationships**. Wallingford: CAB International, 2000. 369 p.

ZARONI, M. J.; SANTOS, H. G dos. **Atividade da argila**, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/classificacao-do-perfil/atributos-diagnosticos/atividade-da-argila>. Acesso em 05 set. 2024.