

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

2 FOME ZERO
E AGRICULTURA
SUSTENTÁVEL



Metodologia para avaliação e seleção a campo de genótipos de gramíneas forrageiras para tolerância à síndrome da morte do braquiário



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Acre
Ministério da Agricultura e Pecuária**

DOCUMENTOS 178

Metodologia para avaliação e seleção a campo de genótipos de gramíneas forrageiras para tolerância à síndrome da morte do braquiarião

*Giselle Mariano Lessa de Assis
Carlos Mauricio Soares de Andrade
Liana Jank
Sanzio Carvalho Lima Barrios
Judson Ferreira Valentim
Janaira Almeida dos Santos*

Embrapa Acre
Rio Branco, AC
2023

Embrapa Acre
Rodovia BR-364, km 14,
sentido Rio Branco/Porto Velho
Caixa Postal 321, CEP 69900-970, Rio Branco, AC
Fone: (68) 3212-3200
www.embrapa.br/acre
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente
Elias Melo de Miranda

Secretária-executiva
Claudia Carvalho Sena

Membros
Carlos Mauricio Soares de Andrade, Celso Luis Bergo, Evandro Orfanó Figueiredo, Rivaldive Coelho Gonçalves, Rodrigo Souza Santos, Romeu de Carvalho Andrade Neto, Tadário Kamel de Oliveira, Tatiana de Campos, Virginia de Souza Álvares

Supervisão editorial e revisão de texto
Claudia Carvalho Sena
Suely Moreira de Melo

Normalização bibliográfica
Renata do Carmo França Seabra

Diagramação
Felipe Cláudio Sá de Souza
Francisco Carlos da Rocha Gomes

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Foto da capa
Giselle Mariano Lessa de Assis

1ª edição
1ª impressão (2023): 300 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Acre

Metodologia para avaliação e seleção a campo de genótipos de gramíneas forrageiras para tolerância à síndrome da morte do braquiarião / Giselle Mariano Lessa de Assis... [et al]. – Rio Branco, AC : Embrapa Acre, 2023.

42 p. : il. color. – (Documentos / Embrapa Acre, ISSN 0104-9046; 178).

1. Gramínea forrageira – Seleção genotípica. 2. *Panicum maximum*. 3. *Brachiaria* spp. 4. Síndrome da morte do braquiarião. 5. Doença de planta – Variedade resistente. 6. Melhoramento genético vegetal. I. Assis, Giselle Mariano Lessa de. II. Andrade, Carlos Mauricio Soares de. III. Jank, Liana. IV. Barrios, Sanzio Carvalho Lima. V. Valentim, Judson Ferreira. VI. Santos, Janaira Almeida dos. VII. Embrapa Acre. VIII. Série.

CDD (21. ed.) 631.5233

Renata do Carmo França Seabra (CRB-11/1044)

© Embrapa, 2023

Autores

Giselle Mariano Lessa de Assis

Zootecnista, doutora em Genética e Melhoramento, pesquisadora da Embrapa Acre, Rio Branco, AC

Carlos Mauricio Soares de Andrade

Engenheiro-agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC

Liana Jank

Engenheira-agrônoma, doutora em Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS

Sanzio Carvalho Lima Barrios

Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS

Judson Ferreira Valentim

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Agronomia, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC

Janaira Almeida dos Santos

Engenheira-agrônoma, bolsista DTI-C do CNPq, Embrapa Acre, Rio Branco, AC

Apresentação

O Brasil se destaca mundialmente como grande produtor e exportador de carne bovina, com um rebanho de 194 milhões de cabeças, criadas predominantemente a pasto, em uma área de 163 milhões de hectares. A Amazônia Legal, representada por todos os estados da região Norte, acrescidos do Maranhão e Mato Grosso, detém aproximadamente 40% desse rebanho bovino, com mais de 60 milhões de hectares de pasto. No entanto, a degradação em níveis intermediário e severo atinge valores superiores a 50% das áreas de pastagens nessa região.

Entre as causas da degradação está a ocorrência da síndrome da morte do braquiário (SMB), identificada na década de 1990, primeiramente, nos estados do Acre, Pará, Rondônia e Mato Grosso e, posteriormente, no Tocantins, Amazonas e Maranhão. A síndrome ocorre predominantemente em solos mal drenados ou compactados, sujeitos ao encharcamento no período chuvoso. Atualmente, mais de 19 milhões de hectares de pastagens são propícias à degradação causada pela SMB na Amazônia Legal.

Diante desse problema, a Embrapa vem recomendando a diversificação das pastagens, com o plantio de forrageiras tolerantes à síndrome. Os programas de melhoramento de forrageiras da Empresa vêm buscando o desenvolvimento de novas cultivares que sejam adaptadas ao cultivo em pastagens degradadas pela SMB, com o intuito de substituir, principalmente, a *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu. No entanto, foi verificado que a síndrome também pode ocorrer em outras espécies forrageiras, como em *Panicum maximum*.

A utilização da metodologia contribuirá para o lançamento de novas cultivares, evitando a rápida degradação das pastagens e aumentando a sustentabilidade dos sistemas de produção pecuários. Esta publicação está de acordo com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável), por recomendar metodologia para seleção de genótipos de gramíneas forrageiras tolerantes à SMB. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável são uma coleção de 17 metas globais estabelecidas pela Assembleia Geral das Nações Unidas e contam com o apoio da Embrapa para que sejam atingidas.

Sumário

Introdução.....	9
Metodologia.....	15
Validação e definição de critérios para seleção de genótipos tolerantes à síndrome da morte do braquiarião	22
Experimento 1: avaliação e seleção de genótipos de <i>Panicum maximum</i>	22
Experimento 2: avaliação e seleção de genótipos de <i>Brachiaria</i> spp.	28
Grau de tolerância à síndrome da morte do braquiarião	34
Resumo para condução dos ensaios de seleção.....	34
Considerações finais	38
Referências	38

Introdução

A síndrome da morte do braquiário (SMB) ou síndrome da morte do capim-marandu foi identificada no Brasil há cerca de 30 anos, acometendo pastagens formadas por *Brachiaria brizantha* (sin. *Urochloa brizantha*) cultivar Marandu nas regiões Norte e Centro-Oeste do País (Barbosa, 2006; Teixeira Neto et al., 2000; Valentim et al., 2000). Posteriormente, verificou-se que outras cultivares de *B. brizantha* e algumas espécies de gramíneas forrageiras, como *Panicum maximum* (sin. *Megathyrsus maximus*), também podem apresentar os mesmos sintomas, que levam à severa degradação das pastagens.

O encharcamento do solo é fator preponderante para a ocorrência dessa síndrome¹, que se manifesta somente quando determinadas cultivares de gramíneas forrageiras são cultivadas em solos com drenagem deficiente, devido a características químicas e físicas inerentes ao solo, ou resultante do manejo inadequado, que ocasiona sua compactação, principalmente em regiões com alta pluviosidade (Pedreira et al., 2014).

As cultivares suscetíveis à SMB são intolerantes ao encharcamento temporário do solo e se tornam vulneráveis ao ataque de patógenos de solo, como os fungos dos gêneros *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Phytium* e *Phytophthora* (Zúñiga Pereira et al., 1998; Duarte et al., 2007; Ribeiro et al., 2014). A ocorrência de fitopatógenos no solo pode variar de uma região para outra, dependendo do local de avaliação, havendo necessidade de estudos mais aprofundados sobre o complexo solo-microrganismo-planta, em especial sobre os microrganismos patogênicos relacionados aos sintomas observados nas plantas suscetíveis à SMB.

Em levantamento realizado em propriedades rurais do município de Alta Floresta, MT, foi verificado que os mesmos gêneros de fungos fitopatogênicos ocorrem em áreas de pastagens afetadas e não afetadas pela SMB (Ribeiro et al., 2014).

¹ Em fitopatologia, uma síndrome é o conjunto de sinais e sintomas demonstrados em uma planta por uma doença, de forma simultânea ou sucessivamente, que sejam visíveis a olho nu ou não. Uma doença de planta é uma anormalidade na estrutura e/ou função das suas células ou tecidos, como resultado de uma irritação contínua causada por um agente patogênico (biótico) ou um fator ambiental (abiótico) (Cooper, 2007).

No entanto, a frequência foi sempre maior nas amostras coletadas nas áreas cujas plantas apresentavam os sintomas da doença, reforçando que a síndrome está associada a fungos comumente presentes no solo, os quais somente infectam as plantas suscetíveis quando estão sob estresse causado pelo encharcamento. Essa maior suscetibilidade pode estar relacionada às alterações nos mecanismos bioquímicos de defesa da planta, como observado para *B. brizantha* cultivar Marandu, que, sob alagamento, tende a acumular amido nas folhas e açúcares solúveis nas raízes (Dias-Filho, 2006).

Os sintomas característicos da SMB são o amarelecimento e murchamento das folhas, com a possibilidade de evoluir para a morte de perfilhos e, posteriormente, de toda a touceira (Figura 1), dependendo do nível de tolerância da gramínea. Tais sintomas expressam tanto a resposta da planta ao estresse fisiológico causado pelo encharcamento do solo, como também o agravamento do quadro com o ataque dos patógenos de solo.

A manifestação dos sintomas se inicia no período chuvoso, podendo causar a morte da planta em poucos meses após o plantio (Duarte et al., 2007). A elevação da pluviosidade combinada com a deficiência de drenagem acarretam o excesso de água no solo, expondo a planta à condição de hipoxia, com redução na síntese de adenosina trifosfato (Limami et al., 2014), restringindo o suprimento de energia, não somente para o crescimento das raízes, mas para o desenvolvimento de toda a planta (Dias-Filho, 2006). Algumas plantas conseguem rebrotar a partir das gemas basilares durante a transição para o período seco, quando cessa o encharcamento do solo; porém, a rebrota é pouco vigorosa, ocasionando decréscimo gradativo do estande de plantas forrageiras e avanço da incidência de invasoras sobre os espaços deixados pelas plantas mortas (Andrade; Valentim, 2007). Em pastagens já formadas, a mortalidade das plantas acometidas é mais evidente ao final da estação chuvosa.



Foto: Giselle Mariano Lessa de Assis

Figura 1. Morte de touceiras de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu, causada pela síndrome da morte do braquiarião em pastagem cultivada em solo mal drenado no Acre.

O zoneamento do risco edáfico da SMB nas áreas antropizadas foi elaborado no Acre em 2000 (Valentim et al., 2000) e na Amazônia Legal em 2008 (Manzatto et al., 2008). Posteriormente, o de risco edafoclimático foi realizado para o estado do Mato Grosso (Manzatto et al., 2017). No zoneamento de 2008, verificou-se que 16 milhões de hectares apresentavam risco moderado a extremamente alto de ocorrência da síndrome em Mato Grosso. Em estudos posteriores, porém, concluiu-se que, considerar somente as características morfológicas do solo, não seria suficiente para identificar o risco da SMB (Manzatto et al., 2017).

A partir do zoneamento feito em 2017, constatou-se que a SMB pode ocorrer em diferentes tipos de solo, como Argissolos e Latossolos, principalmente, em regiões com precipitação anual acima de 2.100 mm, em áreas com solos compactados ou com depressões no terreno que favoreçam o alagamento temporário. Pedreira et al. (2019) destacam que a compactação do solo pode ser consequência de manejo inadequado, levando à degradação da pastagem. Os autores citam a ineficiência no ajuste da taxa de lotação do rebanho, que pode ocasionar drástica redução da forragem pelo superpastejo, diminuindo não apenas a parte aérea da forrageira, mas também a produção de suas raízes, levando à degradação da pastagem (Townsend et al., 2012). Por sua vez, pastagens degradadas ou em processo de degradação podem levar à menor deposição de matéria orgânica no solo, propiciando a formação de camadas mais adensadas, que diminuem a taxa de infiltração de água (Pedreira et al., 2019). O estado do Mato Grosso, que possuía uma estimativa de 3,7 milhões de hectares com risco moderado a extremamente alto (Manzatto et al., 2008), passou à estimativa de 7 milhões de hectares nessas categorias de risco (Manzatto et al., 2017). Com base nesses estudos, estima-se que existam, no mínimo, 19,3 milhões de hectares sujeitos à degradação da pastagem causada pela SMB na Amazônia Legal.

Conforme Pedreira et al. (2019), a alternativa viável até o momento para superar esse problema é utilizar forrageiras tolerantes ao encharcamento temporário do solo e que sejam pouco suscetíveis aos fungos associados a esse ambiente. Assim, a reforma de pastagens degradadas pela ocorrência da síndrome deve considerar a diversificação de forrageiras na propriedade, pelo plantio de gramíneas tolerantes à SMB. Porém, ainda são poucas as cultivares disponíveis que reúnam em um só genótipo as diversas

características de interesse para o produtor. Existem exemplos de pastagens longevas sujeitas à ocorrência da síndrome formadas por *Brachiaria humidicola* (sin. *Urochloa humidicola*) cultivares Comum e Llanero; *Brachiaria decumbens* (sin. *Urochloa decumbens*) cultivar Basilisk; *P. maximum* cultivares Mombaça, Tanzânia e BRS Zuri; *B. brizantha* cultivar Xaraés; *Cynodon nlemfuensis* cultivar Lua (grama-estrela-roxa); *Brachiaria arrecta* x *Brachiaria mutica* (sin. *Urochloa arrecta* x *Urochloa mutica*) cultivar Laguna (capim-tangola), entre outras. Porém, necessita-se ainda de pesquisas visando ampliar as opções de gramíneas forrageiras que apresentem outros caracteres de importância para o sistema produtivo, como elevado valor nutritivo, resistência às cigarrinhas típicas das pastagens e à *Mahanarva* spp., com maior flexibilidade de manejo e propagadas por sementes.

Diante dessa situação, programas de melhoramento genético de gramíneas forrageiras têm como um de seus objetivos desenvolver cultivares mais modernas, capazes de atender as demandas atuais dos produtores, e tolerantes à SMB (Jank et al., 2017) para uso, principalmente, no bioma Amazônia. A obtenção de cultivares para essa região depende da identificação de genótipos tolerantes à SMB, inclusive para uso em programas de hibridação.

Atualmente, a maioria dos ensaios de seleção é realizada em vasos, em que os genótipos são classificados em função de sua tolerância relativa ao alagamento (Dias-Filho et al., 2018, 2020; Souza, 2022). Diversos caracteres morfoagronômicos e anatômicos têm sido avaliados para esse fim, como perfilhamento (Ploschuk et al., 2017; Dias-Filho; Lopes, 2019), número de folhas e conteúdo de clorofila (Cardoso et al., 2013b), taxa de alongamento foliar (Dias-Filho; Carvalho, 2000), produção de raízes adventícias (Dias-Filho, 2002), produção de biomassa seca (Rao et al., 2007), produção de aerênquimas radicular e em estruturas aéreas (Cardoso et al., 2013a; Jiménez et al., 2015), por serem bons indicadores na identificação de variabilidade genética. Caracteres fisiológicos como fotossíntese líquida, transpiração e condutância estomática também são utilizados (Baruch, 1994; Dias-Filho; Carvalho, 2000; Dias-Filho, 2002; Caetano; Dias-Filho, 2008; Ramos et al., 2011; Jiménez et al., 2015).

No entanto, a seleção com base na comparação de um genótipo com ele mesmo (na condição “alagado” e “controle”) para diferentes caracteres deve ser feita com cautela durante a condução de programas de melhoramento.

Conforme exemplificado por Jiménez et al. (2017), ao considerar o coeficiente de tolerância ao alagamento, que representa a porcentagem da produção de biomassa aérea produzida sob alagamento em relação à produzida em solo drenado, a superioridade de um dos híbridos em relação às testemunhas observada no estudo foi consequência de sua baixa produtividade em solo drenado, sendo o híbrido, portanto, de baixo potencial forrageiro. Os autores acrescentam, ainda, que plantas de pequeno porte possuem demandas metabólicas menores para seu crescimento, quando comparadas com plantas de maior porte, o que seria vantajoso para as de pequeno porte na condição de alagamento. Adicionalmente, verificaram baixa variabilidade ao utilizar esse coeficiente na discriminação de genótipos de *Brachiaria*.

Em levantamento realizado por Di Bella et al. (2022), verificou-se que 89% dos estudos sobre tolerância de gramíneas forrageiras ao alagamento foram realizados em vasos com substrato, 8% em solução nutritiva e apenas 3% conduzidos em condições de campo. Embora haja influência do alagamento do solo nas respostas morfoagronômicas e fisiológicas de genótipos de gramíneas forrageiras em estudos realizados em vasos (Souza, 2022), o ranqueamento dos genótipos quanto ao grau de tolerância ao alagamento não reflete necessariamente o grau de tolerância à SMB dos genótipos cultivados no campo, em solos mal drenados sob pastejo. Como exemplo, tem-se a 'BRS Tamani', que apresenta mortalidade quando cultivada em solos sujeitos ao encharcamento (Jank et al., 2021); porém, ao ser avaliada em ambiente controlado sob alagamento (Souza, 2022; Maranhão et al., 2021), apresenta bom desenvolvimento.

Jank et al. (2017) reforçam que as melhores respostas para seleção têm sido obtidas a campo, apesar das metodologias já definidas para ensaios em vasos (Rao et al., 2007; Dias-Filho; Carvalho, 2000; Dias-Filho, 2002; Caetano; Dias-Filho, 2008; Silva et al., 2009). Estudos desenvolvidos em condições de campo, em áreas de fazenda onde havia ocorrido a SMB na 'Marandu' no Acre, mostraram-se eficazes na seleção de genótipos de *Brachiaria* e *Panicum* com bom desempenho produtivo e persistência em solos de baixa permeabilidade (Andrade; Valentim, 2009; Andrade et al., 2003). Esses estudos simulam melhor as condições reais de manifestação da SMB nas fazendas, expondo plantas completamente estabelecidas, simultaneamente, ao encharcamento do solo, aos patógenos presentes no solo e à presença

de bovinos em pastejo, cujo pisoteio pode causar injúrias nas plantas em solo encharcado e favorecer a infecção pelos patógenos. A resposta obtida em vasos está relacionada à tolerância ao alagamento (estresse abiótico), o que pode ser insuficiente para avaliar com segurança a tolerância à SMB visando ao lançamento de novas cultivares. Conforme Cooper (2007), para que ocorra uma doença biótica em plantas são necessários quatro elementos: uma planta suscetível, um patógeno capaz de causar doença, um ambiente favorável e tempo adequado. Para avaliar a tolerância à SMB, os testes em vasos não apresentam dois dos elementos, o patógeno e o tempo.

Em relação à resistência dos genótipos aos fungos fitopatogênicos presentes no solo, são poucos os estudos encontrados na literatura. Constatou-se que *Rhizoctonia* spp. é capaz de se disseminar entre as plantas, por meio do crescimento de suas hifas, quando há níveis suficientes de umidade no solo (Alvarez et al., 2014). O desenvolvimento de cultivares resistentes ao fungo é visto como primordial por alguns autores, principalmente pela dificuldade de sua eliminação no solo, sendo propostas metodologias mais eficientes para *screening* da resistência em elevado número de genótipos de *Brachiaria* (Alvarez et al., 2014; Hernandez et al., 2017). Quando inoculadas com *Rhizoctonia solani*, plantas das cultivares Xaraés e BRS Piatã se mostraram mais resistentes a esse fungo do solo, enquanto a 'Marandu' apresentou maior suscetibilidade (Aguiar, 2020).

Este trabalho teve como objetivo validar metodologia e definir critérios para seleção em programas de melhoramento genético, visando selecionar genótipos de gramíneas forrageiras para tolerância à SMB a campo, em solo com drenagem deficiente.

Metodologia

A metodologia proposta foi desenvolvida a partir de dois experimentos realizados no campo experimental da Embrapa Acre, localizado em Rio Branco, AC. Utilizou-se uma área de pastagem de 1 ha, dividida em três piquetes de 0,33 ha cada, originalmente estabelecida com *P. maximum* cultivar Tanzânia. O experimento 1 (*P. maximum*) e o experimento 2 (*Brachiaria* spp.) foram implantados em piquetes distintos nesse mesmo módulo de pastejo. O plantio das mudas oriundas da germinação de sementes em bandejas foi realizado

em novembro de 2018 e os dados foram coletados até março de 2021 para o experimento 1 e até novembro de 2020 para o experimento 2. O balanço hídrico climatológico em Rio Branco, AC (Andrade et al., 2022), a precipitação média mensal e a precipitação durante o período experimental (Instituto Nacional de Meteorologia, 2023) encontram-se nas Figuras 2, 3 e 4.

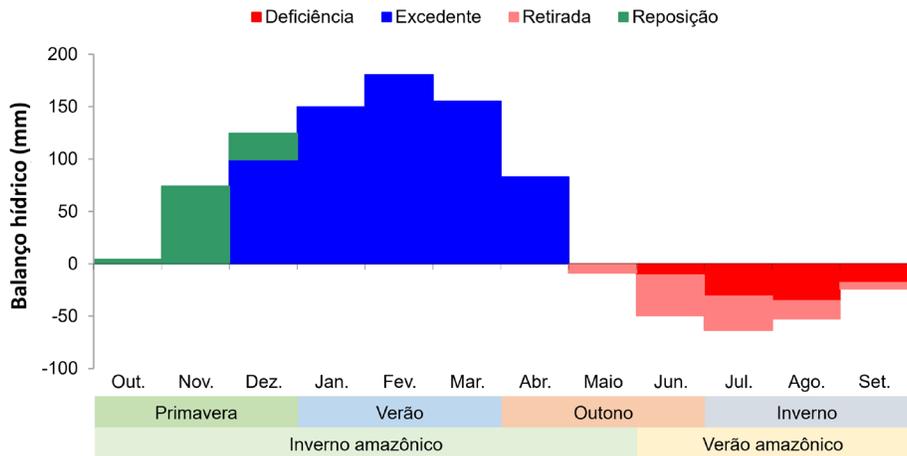


Figura 2. Balanço hídrico climatológico em Rio Branco, Acre.

Fonte: Andrade et al. (2022).

O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico plúntico, com drenagem deficiente e histórico de degradação de pastagem causada pela ocorrência da síndrome da morte do braquiário (SMB). As composições química e física do solo das áreas experimentais encontram-se na Tabela 1. A análise do solo foi realizada no Laboratório de Solos da Embrapa Acre.

O delineamento experimental empregado em ambos os experimentos foi o de blocos casualizados com quatro repetições. As parcelas experimentais mediam 2 m x 3 m, totalizando 6 m², e eram constituídas por quatro linhas, espaçadas 0,50 m umas das outras. Foram estabelecidas 60 plantas em cada parcela, sendo 15 plantas por linha, espaçadas a cada 20 cm dentro da linha.

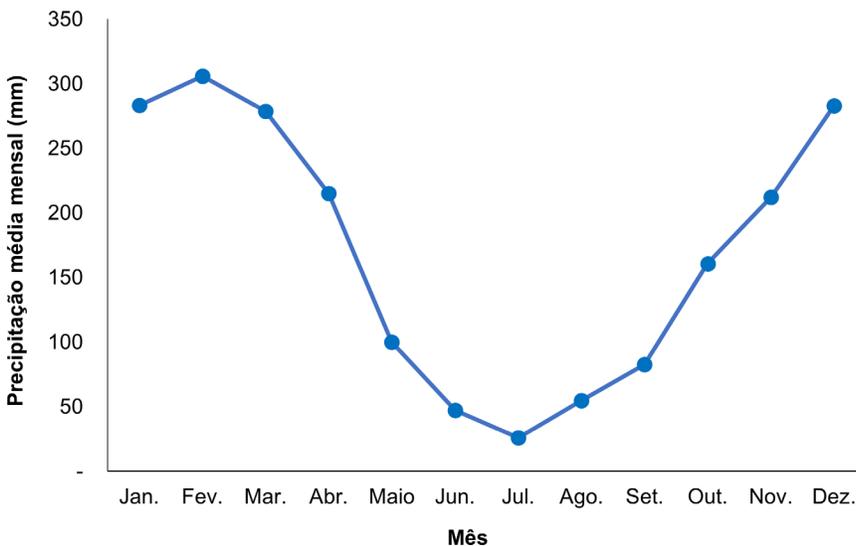


Figura 3. Precipitação média mensal no período de 2002 a 2022 em Rio Branco, Acre.

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (2023).

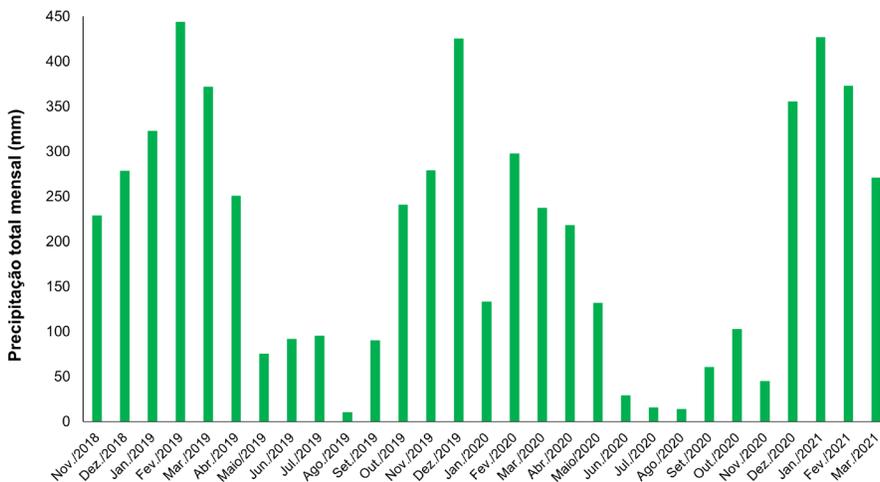


Figura 4. Precipitação mensal durante o período experimental em Rio Branco, Acre.

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (2023).

Tabela 1. Composição química e física do solo na profundidade de 0 cm a 20 cm, em área de pastagem utilizada para avaliação e seleção de genótipos de gramíneas forrageiras para tolerância à síndrome da morte do braquiário no Acre.

Experimento	pH	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC (pH7)	V	MO	Areia grossa	Areia fina	Argila	Silte
	H ₂ O	mg dm ⁻³				cmol _c dm ⁻³			%		g kg ⁻¹			
<i>Panicum maximum</i>	5,29	0,76	0,22	6,93	1,84	4,10	0,40	13,13	68,73	23,76	66	69	396	469
<i>Brachiaria spp.</i>	5,33	3,85	0,16	5,22	1,75	5,19	0,14	12,33	57,95	20,02	51	32	487	429

Inicialmente, as sementes provenientes dos Programas de Melhoramento Genético de *P. maximum* e de *Brachiaria* spp. da Embrapa Gado de Corte foram germinadas em bandejas com 64 células de 3,5 cm x 3,5 cm x 5 cm (piramidal), em substrato comercial. Aos 15 dias após a semeadura, foi realizada adubação foliar com macro e micronutrientes. O transplântio das mudas para o campo ocorreu 28 e 35 dias após a semeadura para os genótipos de *P. maximum* e *Brachiaria* spp., respectivamente, em novembro de 2018.

As características avaliadas durante o período de estabelecimento do pasto foram:

1) Síndrome da morte do braquiarião (SMB) (Figura 5): para caracterizar os sintomas da SMB observados nas parcelas experimentais, foram atribuídas notas de 0 a 4, sendo: 0 = ausência de sintomas; 1 = presença de folhas amareladas; 2 = presença de folhas amareladas e murchas; 3 = presença de perfilhos mortos; e 4 = ocorrência de morte de toda a touceira.

2) Número de plantas vivas (NPV): contagem do número de plantas (touceiras) vivas na parcela.

3) Vigor da planta: foram atribuídas notas de 1 a 5 para designar o vigor das plantas, sendo: 1 = péssimo; 2 = ruim; 3 = mediano; 4 = bom; e 5 = excelente.

4) Cobertura do solo (%): foi verificada a área de solo coberta pelo genótipo.

Ressalta-se que a avaliação dos genótipos em solo mal drenado com histórico de ocorrência da SMB não tem como objetivo identificar se as respostas observadas são exclusivamente causadas pela baixa tolerância ao encharcamento ou ainda se há infecção por microrganismos e quais seriam as espécies infectantes. O propósito da avaliação é selecionar os genótipos que melhor se adaptam àquelas condições de solo, umidade, temperatura e exposição a microrganismos naturalmente presentes no solo. Assim, a observação dos sintomas da SMB não reflete necessariamente o ataque de patógenos, mas permite identificar plantas que não toleram as condições impostas e que, portanto, não devem ser recomendadas para pastagens sujeitas à síndrome.

Os genótipos de *P. maximum*, *Brachiaria* spp. e as testemunhas avaliados nos experimentos 1 e 2 encontram-se na Tabela 2.

Fotos: Giselle Mariano Lessa de Assis



Figura 5. Sintomas da síndrome da morte do braquiário (SMB) em gramíneas: presença de folhas amareladas e apresentando murchamento (A); presença de perifilhos mortos (B); morte de toda a touceira (C).

Tabela 2. Genótipos e testemunhas de gramíneas forrageiras avaliados quanto à tolerância à síndrome da morte do braquiarião (SMB) em solos mal drenados no Acre.

Genótipo	Espécie	Origem
Experimento 1 – <i>Panicum maximum</i>		
PM02	<i>P. maximum</i>	Acesso do BAG ⁽¹⁾
PM13	<i>P. maximum</i>	Acesso do BAG
PM14	<i>P. maximum</i>	Acesso do BAG
PM18	<i>P. maximum</i>	Acesso do BAG
PM19	<i>P. maximum</i>	Acesso do BAG
PM20	<i>P. maximum</i>	Acesso do BAG
PM21	<i>P. maximum</i>	Acesso do BAG
PM22	<i>P. maximum</i>	Acesso do BAG
'BRS Zuri'	<i>P. maximum</i>	Cultivar/testemunha
'Mombaça'	<i>P. maximum</i>	Cultivar/testemunha
'BRS Quênia'	<i>P. maximum</i>	Cultivar/testemunha
'Marandu'	<i>B. brizantha</i>	Cultivar/testemunha
Experimento 2 – <i>Brachiaria</i> spp.		
628-10	<i>Brachiaria</i> spp.	Híbrido interespecífico
1130-10	<i>Brachiaria</i> spp.	Híbrido interespecífico
992-10	<i>Brachiaria</i> spp.	Híbrido interespecífico
74-10	<i>Brachiaria</i> spp.	Híbrido interespecífico
392-10	<i>Brachiaria</i> spp.	Híbrido interespecífico
1115-10	<i>Brachiaria</i> spp.	Híbrido interespecífico
141-10	<i>Brachiaria</i> spp.	Híbrido interespecífico
27-11	<i>Brachiaria</i> spp.	Híbrido interespecífico
'Mulato II' (970-10)	<i>Brachiaria</i> spp.	Híbrido interespecífico
'Comum' ou 'Tully'	<i>B. humidicola</i>	Cultivar/testemunha
'Marandu'	<i>B. brizantha</i>	Cultivar/testemunha
'Xaraés'	<i>B. brizantha</i>	Cultivar/testemunha

⁽¹⁾BAG = Banco Ativo do Germoplasma.

As características foram medidas mensalmente durante o período do estabelecimento, no qual foram realizadas duas roçagens a 40 cm e 20 cm de altura nos experimentos 1 e 2, respectivamente. Durante esse período, devido ao excesso de chuvas, não foram colocados animais na área experimental, garantindo, assim, a adequada formação da pastagem. A partir de maio de 2019, os sintomas da SMB, o vigor da planta e a cobertura do solo foram avaliados antes do pastejo, e o número de plantas vivas, imediatamente após o pastejo. Foi utilizado o pastejo rotacionado durante todo o período experimental, empregando-se 14 dias de pastejo e 28 dias de descanso.

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística pela metodologia de modelos mistos (Henderson, 1984), 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 calculadas as médias e estimadas as herdabilidades individuais e as acurácias a cada avaliação para a SMB e NPV. As correlações genotípicas entre as características foram obtidas em diferentes épocas. Foram definidos índices de seleção com base em soma de postos (Cruz; Regazzi, 1997), considerando-se diferentes estratégias: 1) seleção antes do início do pastejo, aos 6 meses após o plantio no campo (maio/2019); 2) seleção com dados coletados por 12 meses, a partir do início do pastejo (maio/2019 a maio/2020); 3) seleção com dados coletados durante todo o período experimental; e 4) seleção com dados coletados durante todo o período experimental, porém sem incluir a característica SMB. O programa computacional Selegen (Resende, 2016) foi utilizado para realização das análises estatísticas.

Validação e definição de critérios para seleção de genótipos tolerantes à síndrome da morte do braquiário

Experimento 1: avaliação e seleção de genótipos de *Panicum maximum*

Os valores médios fenotípicos mais elevados relacionados aos sintomas da SMB foram observados nos meses de abril de 2019 e maio de 2020 (Figura 6), indicando que manifestações mais intensas da síndrome ocorrem

após aproximadamente 5 meses de excedente de água (encharcamento do solo), ao final do período chuvoso em Rio Branco, AC (Figura 2).

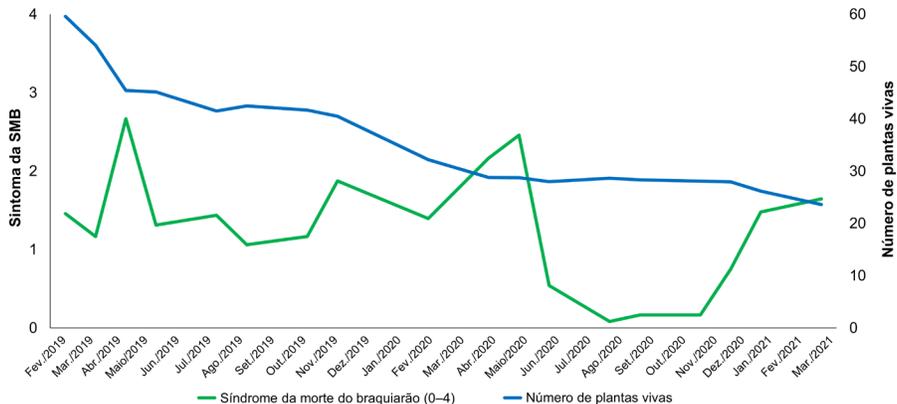


Figura 6. Média fenotípica de notas atribuídas à síndrome da morte do braquiarião (SMB) e do número de plantas vivas avaliadas entre os meses de fevereiro de 2019 e março de 2021 em 12 genótipos de *Panicum maximum* em solo mal drenado, Rio Branco, Acre.

Por outro lado, o número de plantas vivas decresceu mês a mês ao longo do período experimental, observando-se queda mais acentuada no primeiro ano de avaliação (32%), entre fevereiro e novembro de 2019. No segundo ano de avaliação, no período de fevereiro a novembro de 2020, a queda foi de 13%. A avaliação realizada até julho de 2019 já permitiu identificar queda de 30% no número de plantas vivas, indicando ser viável realizar a seleção para essa característica precocemente.

Ao analisar a magnitude da herdabilidade individual e da acurácia ao longo do período experimental (Figura 7), nota-se comportamento diferenciado das estimativas para SMB e NPV. As herdabilidades foram menores para SMB, porém significativas e de média magnitude entre março de 2019 e maio de 2020 (entre 0,4 e 0,8). A partir do segundo ano de avaliação (maio de 2020), praticamente não houve mais variabilidade genética e as médias foram baixas (Figura 5), indicando que esse período não é apropriado para a seleção com base nessa característica. Por outro lado, para NPV, as herdabilidades e

as acurácias atingiram valores bem elevados (acima de 0,9) a partir de abril de 2019 e mantiveram-se nesse patamar durante todo o período experimental (Figura 7).

Com base nos resultados apresentados nas Figuras 6 e 7, as correlações genótípicas foram estimadas para as avaliações realizadas, principalmente, ao final do período chuvoso e durante a época seca (Figura 8). Além das características mais relacionadas diretamente à tolerância à SMB, que são os sintomas e a sobrevivência ao logo do tempo, caracteres como a cobertura do solo e o vigor da planta também se mostraram capazes de auxiliar na identificação de genótipos mais tolerantes à síndrome (Figura 8). A época em que a avaliação é realizada pode influenciar no resultado, como é o caso das correlações obtidas entre a SMB e demais caracteres a partir do segundo ano (julho/2020 e março/2021). Por outro lado, as correlações entre vigor da planta e cobertura do solo, entre vigor da planta e NPV e entre cobertura do solo e NPV foram elevadas para todas as épocas analisadas (Figura 8).

Os sintomas observados nas plantas acometidas pela síndrome vão desde o amarelecimento das folhas, murchamento e morte de perfilhos, até a morte total da touceira (Figura 5), podendo ser utilizados para identificar o grau de tolerância à SMB. Porém, verificou-se que a SMB se expressa de forma sazonal (Figura 6), sendo as maiores notas observadas em abril/maio quando as plantas foram avaliadas em Rio Branco, AC, 2 a 3 meses após o pico de umidade no solo. Além de ser expressa com maior intensidade no período de transição águas-seca, notou-se que, ao longo do tempo, a síndrome perde a relevância (Figura 7), provavelmente, pela eliminação dos genótipos mais suscetíveis e permanência daqueles mais tolerantes, com sintomas mais leves e com menor variabilidade. A perda da importância dessa característica para a seleção também pode ser verificada por meio das correlações genótípicas estimadas nas diferentes épocas e anos de avaliação (Figura 8). Inicialmente, se apresenta altamente correlacionada com o vigor da planta, cobertura do solo e número de plantas vivas; porém, a partir do segundo ano, começa a decrescer, chegando a valores próximos de zero no final do período de avaliação (Figura 8).

No primeiro ano, as correlações altas e negativas indicam que quanto maior a nota atribuída aos sintomas da SMB, menor é o vigor da planta, a cobertura do solo e o número de plantas vivas. No segundo ano, essa associação linear se enfraquece, chegando a haver falta de correlação ao final do período, indicando que o vigor, a cobertura do solo e o número de plantas vivas independem do grau dos sintomas da SMB.



Figura 7. Estimativas da herdabilidade individual (h_2g) e da acurácia (ACC) da síndrome da morte do braquiarião (SMB) e do número de plantas vivas (NPV), obtidas entre fevereiro de 2019 e março de 2021, por meio da avaliação de 12 genótipos de *Panicum maximum* em Rio Branco, Acre.

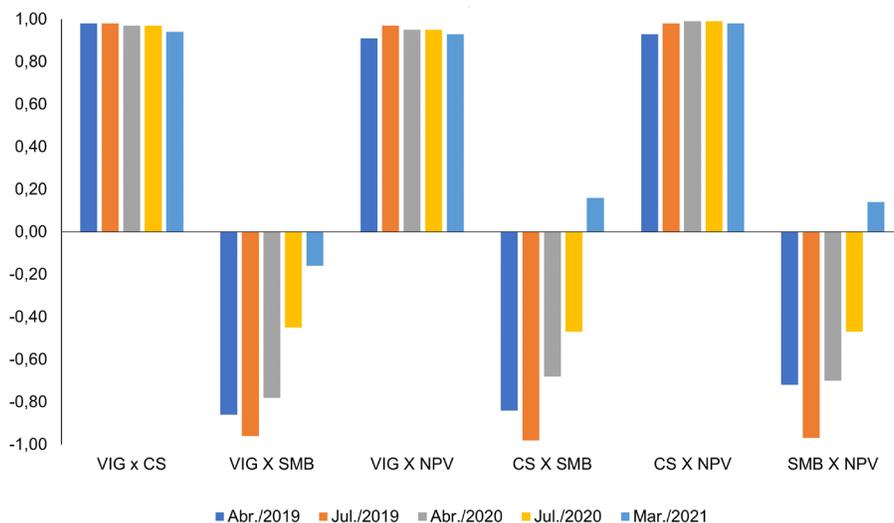


Figura 8. Correlações genótípicas entre os caracteres⁽¹⁾ avaliados em 12 genótipos de *Panicum maximum* em diferentes épocas do ano em solo mal drenado, Rio Branco, Acre.

⁽¹⁾VIG = Vigor da planta. CS = Cobertura do solo. SMB = Síndrome da morte do braquiarião. NPV = Número de plantas vivas.

O vigor da planta e a cobertura do solo são caracteres auxiliares, que complementam e reforçam a identificação da tolerância dos genótipos à SMB. Plantas acometidas pela síndrome apresentam menor vigor e menor cobertura do solo. Genótipos menos vigorosos e com menor cobertura do solo também apresentam maior redução no número de plantas vivas e essa relação se mantém por todo período experimental (Figura 8).

Uma das características mais importantes para a seleção de genótipos tolerantes à SMB é a sobrevivência das plantas ao longo do tempo em solos mal drenados, especialmente naquelas áreas onde já ocorreu a síndrome. A sobrevivência pode ser medida pelo número de plantas vivas a cada ciclo de pastejo. Genótipos com baixa tolerância à SMB apresentaram mortalidade superior a 50% das plantas, como observado para 'Marandu', PM13 e PM21, logo no início do período de avaliação (Figura 9). Outro conjunto de genótipos (PM19, PM20 e PM22) mostrou-se suscetível à SMB, porém somente no final

do segundo ano de avaliação, cerca de 18 meses após o plantio, quando também apresentou mortalidade superior a 50% das plantas (Figura 9). Tipos intermediários também foram identificados, como os genótipos BRS Quênia e PM02 que apresentaram sobrevivência entre 50% e 80% das plantas, ao final do segundo ano de avaliação. Foi possível dividir os genótipos com maior tolerância à SMB em dois diferentes grupos: os tolerantes, que apresentaram sobrevivência superior a 80% durante todo o período experimental e sintomas leves a intermediários da SMB, como 'Mombaça', 'BRS Zuri', PM14 e PM18 (Figura 9); e os altamente tolerantes, com sobrevivência superior a 80% e sintomas leves ou ausentes da SMB (no experimento 1, no entanto, nenhum genótipo se classificou nessa categoria).

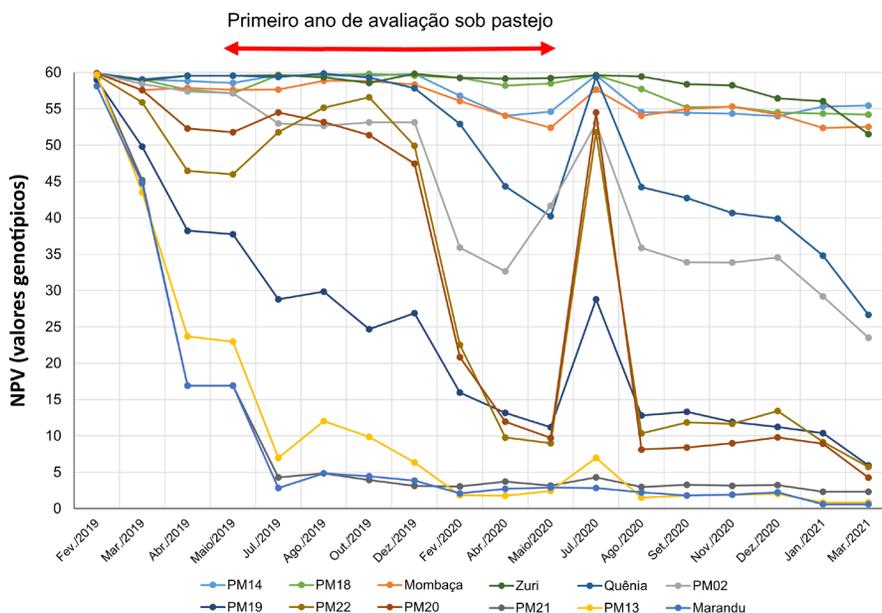


Figura 9. Valores genotípicos preditos do número de plantas vivas (NPV) de genótipos de *Panicum maximum* e testemunhas avaliados entre fevereiro de 2019 e março de 2021 em solo mal drenado em Rio Branco, Acre.

Apesar da elevada correlação observada entre os caracteres (Figura 8), foram definidos índices de seleção, visando ao ranqueamento dos genótipos (Tabela 3), baseados nas variáveis: cobertura do solo, vigor da planta, sinto-

mas da SMB e NPV. São caracteres de fácil medição e, quando considerados simultaneamente, trazem benefícios no processo de seleção. No caso da SMB, foi verificada falta de variabilidade genética a partir do segundo ano de avaliação no período seco, o que motivou a definição de um índice sem essa característica.

A partir dos resultados obtidos (Tabela 3), verificou-se que, independentemente da época escolhida para realizar a seleção (antes do início do pastejo, após o primeiro ano de avaliação sob pastejo, durante todo o período experimental ou durante todo o período experimental sem a variável SMB), os cinco primeiros colocados (intensidade de seleção de 40%) foram os mesmos genótipos. O PM18 alcançou o primeiro lugar nas quatro situações analisadas. Como a 'BRS Quênia' possui tolerância intermediária à SMB, os sintomas e morte das plantas se intensificaram a partir do segundo ano de avaliação, de forma que somente com a avaliação realizada em maio de 2019 essa cultivar ocupou o primeiro lugar, empatando com o PM18, e posteriormente se consolidou na quinta posição.

Os genótipos altamente suscetíveis (PM13, PM21 e Marandu) sempre ocuparam as últimas posições, independentemente da época considerada (Tabela 3). Os demais genótipos apresentaram a mesma classificação nas avaliações que consideraram dados do primeiro e segundo anos, havendo pequena alteração na avaliação feita somente com os dados de maio/2019.

Experimento 2: avaliação e seleção de genótipos de *Brachiaria* spp.

Assim como observado para *P. maximum*, as médias mais elevadas para os sintomas da SMB ocorreram no primeiro ano de avaliação, com decréscimo contínuo a partir de maio de 2020 (Figura 10). Para NPV foi observada queda acentuada entre o início e final do experimento, porém com dois períodos de estabilização (julho a novembro de 2019 e fevereiro a novembro de 2020). Entre março e julho de 2019, a queda foi de 35% e entre novembro de 2019 e janeiro de 2020 foi de 41%. Essas duas quedas acentuadas nos dois anos consecutivos ocasionaram a degradação severa de grande parte das parcelas, impossibilitando a continuidade do experimento a partir de novembro de 2020, devido ao excesso de plantas invasoras na pastagem.

Tabela 3. Ranqueamento e índice de seleção para tolerância à síndrome da morte do braquiarião (SMB) de genótipos de *Panicum maximum* e testemunhas avaliados em solo mal drenado em Rio Branco, Acre.

Maio/2019			Maio/2019 a maio/2020		
Ranking	Genótipo	Índice de seleção	Ranking	Genótipo	Índice de seleção
1	PM18	2,00	1	PM18	1,33
2	'BRS Quênia'	2,00	2	'BRS Zuri'	1,67
3	'BRS Zuri'	3,00	3	PM14	3,67
4	PM14	4,00	4	'Mombaça'	4,00
5	'Mombaça'	4,00	5	'BRS Quênia'	4,33
6	PM22	6,50	6	PM02	6,00
7	PM20	7,25	7	PM22	7,33
8	PM02	7,25	8	PM20	7,67
9	PM19	9,00	9	PM19	9,00
10	PM21	10,25	10	PM21	10,33
11	PM13	10,75	11	PM13	10,67
12	'Marandu'	12,00	12	'Marandu'	12,00
Fev./2019 a mar./2021 com SMB			Fev./2019 a mar./2021 sem SMB		
Ranking	Genótipo	Índice de seleção	Ranking	Genótipo	Índice de seleção
1	PM18	1,25	1	PM18	1,33
2	'BRS Zuri'	1,75	2	'BRS Zuri'	1,67
3	'Mombaça'	3,75	3	PM14	3,67
4	PM14	4,00	4	'Mombaça'	3,67
5	'BRS Quênia'	4,25	5	'BRS Quênia'	4,67
6	PM02	6,25	6	PM02	6,00
7	PM22	6,75	7	PM22	7,00
8	PM20	8,00	8	PM20	8,00
9	PM19	9,00	9	PM19	9,00
10	PM21	10,50	10	PM21	10,67
11	'Marandu'	11,00	11	'Marandu'	11,00
12	PM13	11,50	12	PM13	11,33

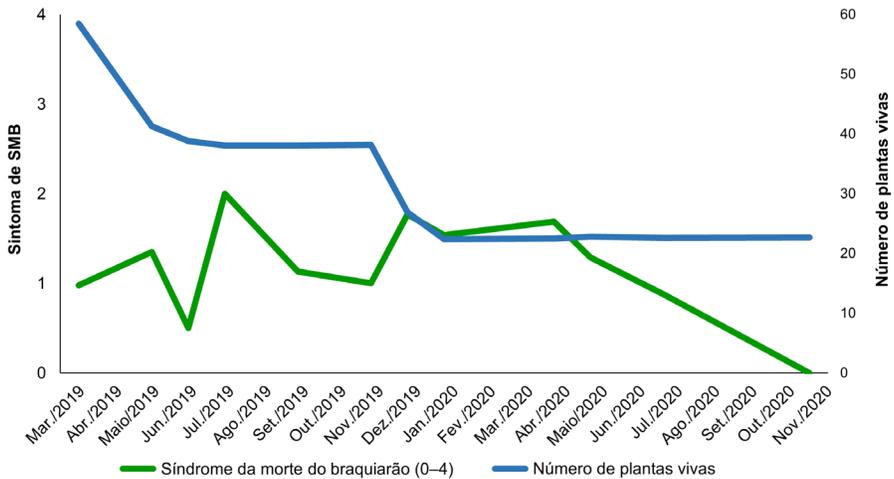


Figura 10. Média fenotípica de notas atribuídas à síndrome da morte do braquiarião (SMB) e do número de plantas vivas avaliadas entre os meses de fevereiro de 2019 e novembro de 2020 em 12 genótipos de *Brachiaria* spp. em solo mal drenado, Rio Branco, Acre.

Como verificado para o experimento 1, os valores médios obtidos para SMB e número de plantas vivas (Figura 10) já indicam a possibilidade de se realizar a seleção nos primeiros meses de avaliação.

As estimativas de herdabilidade para SMB oscilaram bastante ao longo do ano (Figura 11). As maiores variabilidades genéticas, porém, de magnitudes medianas, foram detectadas nos meses de março, julho e dezembro de 2019 e em maio e julho de 2020. Para a variável NPV, as herdabilidades foram superiores a 0,70 a partir de maio de 2019 e durante todo o período experimental, com acurácias próximas a 1 (Figura 11).

As correlações genotípicas entre as características estimadas para os genótipos de *Brachiaria* spp. em diferentes épocas (Figura 12) apresentaram padrão muito semelhante às estimativas obtidas para *P. maximum* (Figura 8). Nota-se que a partir do segundo ano de avaliação, principalmente do período seco em diante, as correlações que incluem os sintomas da SMB diminuem, chegando a valores nulos em novembro de 2020 (Figura 12). Já as demais correlações, entre vigor e cobertura do solo, vigor e número de plantas vivas e entre cobertura do solo e número de plantas vivas, foram de elevada

magnitude (acima de 0,80) em todas as épocas avaliadas, reforçando que quanto maior o número de plantas vivas, maior é o vigor da planta e maior é a porcentagem de solo coberto. Por outro lado, quanto maiores os sintomas da SMB, menor é o vigor, a cobertura do solo e o número de plantas vivas, nesse caso, especialmente, no primeiro ano de avaliação.

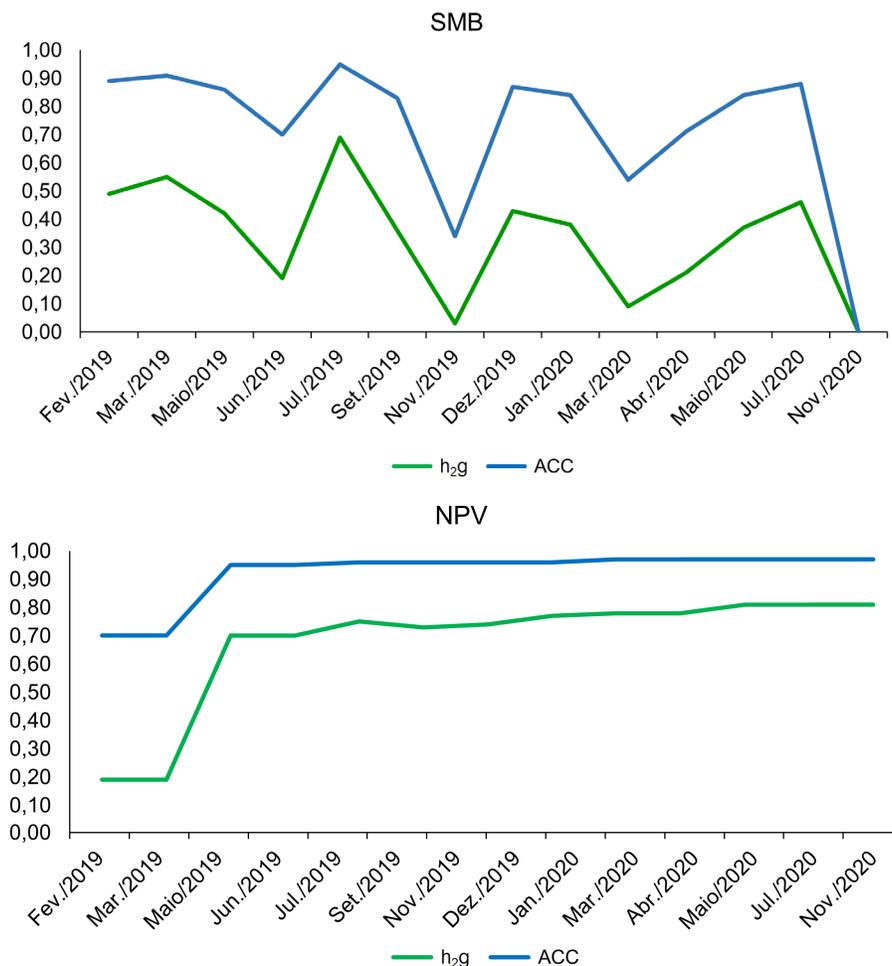


Figura 11. Estimativas da herdabilidade individual (h_2g) e da acurácia (ACC) da síndrome da morte do braquiarião (SMB) e do número de plantas vivas (NPV) obtidas entre fevereiro de 2019 e novembro de 2020 por meio da avaliação de 12 genótipos de *Brachiaria* spp. em Rio Branco, Acre.

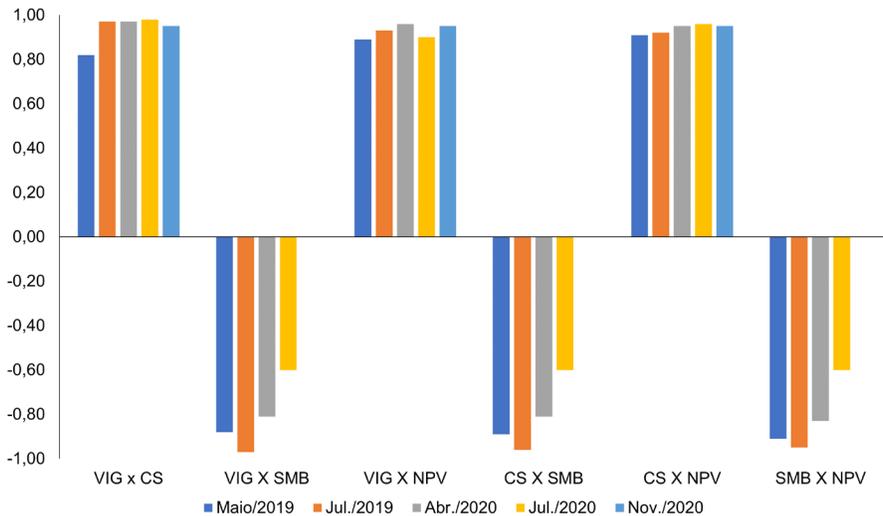


Figura 12. Correlações genóticas entre os caracteres⁽¹⁾ avaliados em 12 genótipos de *Brachiaria* spp., em diferentes épocas do ano, em solo mal drenado, Rio Branco, Acre.

⁽¹⁾VIG = Vigor da planta. CS = Cobertura do solo. SMB = Síndrome da morte do braquiarião. NPV = Número de plantas vivas.

Genótipos altamente suscetíveis à SMB apresentaram mais de 50% de mortalidade logo no início da avaliação, durante o primeiro período de encharcamento do solo, mesmo antes do início do pastejo, como observado para 'Marandu' e para os híbridos 392-10, 1115-10, 141-10 e 27-11 (Figura 13). Outro conjunto de híbridos (992-10, 74-10, 1130-10 e 628-10) mostrou-se suscetível à SMB, porém somente durante o segundo período de encharcamento do solo (janeiro a abril de 2020), quando também apresentou mortalidade superior a 50% das plantas (Figura 13). 'Mulato II' (970-10) apresentou tolerância intermediária à SMB, com sobrevivência entre 50% e 80% das plantas, ao final do segundo ano de avaliação. 'Xaraés' se mostrou tolerante, com sobrevivência superior a 80% durante todo o período experimental, ainda que apresentasse sintomas leves a intermediários da SMB. A *Brachiaria humidicola* cultivar Comum foi o único genótipo que apresentou alta tolerância à SMB, com sobrevivência igual ou superior a 90% (Figura 13), e praticamente ausência de sintomas durante todo o período experimental. Nenhum híbrido de *Brachiaria* spp. se mostrou tolerante à SMB.

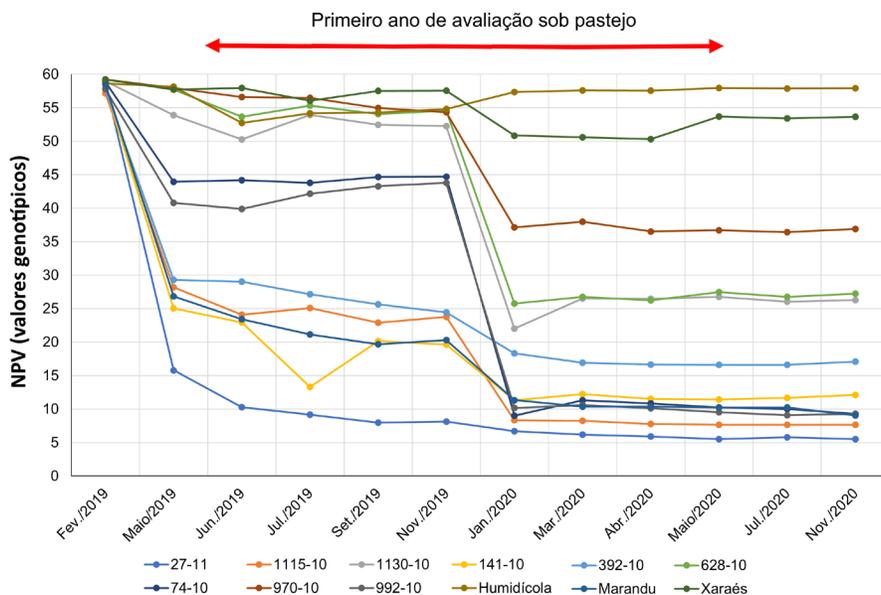


Figura 13. Valores genotípicos preditos do número de plantas vivas (NPV) de genótipos de *Brachiaria* spp. e testemunhas avaliados entre fevereiro de 2019 e novembro de 2020 em solo mal drenado, Rio Branco, Acre.

Com base nos índices obtidos, verificou-se a seleção dos mesmos cinco genótipos, ao aplicar uma intensidade de seleção de 40%: *B. humidicola* cultivares Comum, Xaraés, Mulato II, 628-10 e 1130-10 (Tabela 4). Portanto, não haveria diferença ao realizar a seleção em maio/2019 (antes do início do pastejo), em maio/2020 (após o primeiro ano de avaliação sob pastejo), ou em novembro/2020 (ao final do período experimental) com ou sem a variável SMB. *Brachiaria humidicola* cultivar Comum foi sempre a primeira colocada e 'Xaraés', a segunda, nas quatro situações analisadas. 'Mulato II', que aparece em terceiro lugar, mostrou tolerância intermediária à SMB (Figura 12), apresentando mortalidade maior a partir do segundo ano de cultivo. Os híbridos 680-10 e 1130-10, apesar de estarem entre os cinco melhores, mostraram suscetibilidade à SMB, detectada a partir do segundo ano de avaliação.

Os genótipos altamente suscetíveis (27-11, 141-10 e Marandu) sempre ocuparam as últimas posições, independentemente da época considerada (Tabela 4). Os demais genótipos suscetíveis foram classificados logo acima dos altamente suscetíveis e imediatamente abaixo do intermediário, com pequenas alterações na posição, dependendo da época de avaliação (Tabela 4).

Grau de tolerância à síndrome da morte do braquiário

Para fins de classificação dos genótipos de *P. maximum* e *Brachiaria* spp. avaliados em solos mal drenados com histórico de ocorrência da SMB, o grau de tolerância foi estratificado em cinco categorias, de acordo com a intensidade dos sintomas e porcentagem de sobrevivência das plantas após os períodos críticos de encharcamento do solo (Tabela 5).

Resumo para condução dos ensaios de seleção

A partir dos resultados obtidos nos experimentos 1 e 2, foi elaborado um resumo dos principais itens validados que devem ser considerados em ensaios de avaliação e seleção de genótipos de gramíneas forrageiras para tolerância à SMB (Tabela 6).

Tabela 4. Ranqueamento e índice de seleção para tolerância à síndrome da morte do braquiarião (SMB) de genótipos de *Brachiaria* spp. e testemunhas avaliados em solo mal drenado no Acre.

Maio/2019			Maio/2019 a maio/2020		
Ranking	Genótipo	Índice de seleção	Ranking	Genótipo	Índice de seleção
1	'Comum'	1,75	1	'Comum'	1,00
2	'Xaraés'	2,25	2	'Xaraés'	2,00
3	'Mulato II'	2,25	3	'Mulato II'	3,00
4	628-10	4,50	4	1130-10	4,33
5	1130-10	5,25	5	628-10	4,67
6	992-10	6,50	6	992-10	6,33
7	74-10	6,50	7	74-10	7,00
8	392-10	7,00	8	1115-10	8,00
9	1115-10	9,75	9	392-10	8,67
10	141-10	10,00	10	'Marandu'	10,33
11	'Marandu'	10,25	11	141-10	10,67
12	27-11	12,00	12	27-11	12,00
Fev./2019 a nov./2020 com SMB			Fev./2019 a nov./2020 sem SMB		
Ranking	Genótipo	Índice de seleção	Ranking	Genótipo	Índice de seleção
1	'Comum'	1,25	1	'Comum'	1,33
2	'Xaraés'	1,75	2	'Xaraés'	1,67
3	'Mulato II'	3,25	3	'Mulato II'	3,00
4	1130-10	4,00	4	1130-10	4,33
5	628-10	4,75	5	628-10	4,67
6	74-10	6,50	6	992-10	6,33
7	992-10	6,75	7	74-10	6,67
8	392-10	8,00	8	392-10	8,33
9	1115-10	9,25	9	1115-10	9,33
10	141-10	10,25	10	141-10	10,00
11	'Marandu'	10,25	11	'Marandu'	10,33
12	27-11	12,00	12	27-11	12,00

Tabela 5. Grau de tolerância à síndrome da morte do braquiário (SMB) de gramíneas forrageiras avaliadas em solo mal drenado em Rio Branco, Acre.

Grau de tolerância à SMB	Resposta	Experimento	Genótipo
1 Altamente suscetível	Apresenta sobrevivência inferior a 50% após o primeiro período de encharcamento do solo, com sintomas severos da SMB	1	PM13, PM21, 'Marandu'
		2	392-10, 141-10, 992-10, 1115-10, 141-10, 27-11, 'Marandu'
2 Suscetível	Apresenta sobrevivência inferior a 50% após o segundo período de encharcamento do solo, com sintomas intermediários a severos da SMB	1	PM19, PM20, PM22
		2	628-10, 1130-10
3 Intermediário	Apresenta sobrevivência entre 50% e 80% após o segundo período de encharcamento do solo, com sintomas intermediários a severos da SMB	1	PM02, 'BRS Quênia'
		2	'Mulato II'
4 Tolerante	Apresenta sobrevivência superior a 80% após o segundo período de encharcamento do solo, com sintomas leves a intermediários da SMB	1	PM14, PM18, 'Mombaça', 'BRS Zuri'
		2	'Xaraés'
5 Altamente tolerante	Apresenta sobrevivência superior a 80% após o segundo período de encharcamento do solo, com sintomas leves a ausentes da SMB	1	-
		2	'Comum'

Tabela 6. Descrição dos principais itens validados para implantação, avaliação e seleção de genótipos de gramíneas forrageiras tolerantes à síndrome da morte do braquiário (SMB) a campo.

Item validado	Descrição	Observação ⁽¹⁾
Local da experimentação	Solo mal drenado, com histórico de degradação da pastagem pela ocorrência da SMB	-
Época de implantação	Início do período chuvoso	-
Delineamento experimental	Blocos ao acaso, com quatro repetições	-
Número de plantas/parcela	60	Recomenda-se o transplântio a partir de mudas obtidas pela germinação em bandejas
Período de pastejo	14 dias	Sugere-se redução para até 7 dias, a fim de evitar o pastejo da rebrota dos genótipos mais palatáveis
Período de avaliação	6 meses (primeira estação chuvosa)	Descarte precoce de genótipos altamente suscetíveis à SMB
	18 meses (duas estações chuvosas)	Seleção de genótipos tolerantes e altamente tolerantes à SMB
Índice de seleção	Rankeamento dos genótipos a partir de quatro caracteres pelo índice de soma de postos	Caracteres: SMB, NPV, VIG e CS
Grau de tolerância	Classificação dos genótipos quanto à tolerância à SMB (1 a 5)	Caracteres: SMB e NPV

⁽¹⁾NPV = Número de plantas vivas. VIG = Vigor da planta. CS = Cobertura do solo.

Considerações finais

A metodologia proposta neste estudo permite identificar genótipos altamente suscetíveis à síndrome da morte do braquiarião aos 6 meses após o plantio, antes mesmo da entrada dos animais para pastejo. Nas etapas iniciais do programa de melhoramento, a seleção precoce é uma boa estratégia, pois irá eliminar genótipos altamente suscetíveis e selecionar os mais tolerantes, admitindo-se, porém, a possibilidade de não excluir, nessa etapa, tipos suscetíveis e intermediários. Nesse contexto, sugere-se que estudos adicionais sejam feitos visando reduzir o número de plantas avaliadas por genótipo, para que um maior número de genótipos possa ser avaliado.

No método proposto, as testemunhas mais suscetíveis e as mais tolerantes apresentaram as respostas esperadas, tanto no ensaio para seleção de genótipos de *Brachiaria* spp. quanto no de *P. maximum*, reforçando a consistência da avaliação a campo para a seleção de genótipos de gramíneas forrageiras tolerantes à SMB.

Referências

- AGUIAR, J. T. **Identificação de forrageiras *Urochloa* spp. tolerante à *Rhizoctonia solani* AG-1 e seleção de forrageiras em área com histórico de morte de braquiária**. 2020. 71 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal Tropical) – Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical, Universidade Federal do Tocantins, Palmas.
- ALVAREZ, E.; LATORRE, M.; BONILLA, X.; MILES, J. W. Assessing the resistance of *Brachiaria* hybrids to pathogenic *Rhizoctonia*. **Plant Disease**, v. 98, n. 3, p. 306-310, Mar. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1094/pdis-04-13-0405-re>.
- ANDRADE, C. M. S. de; CARNEIRO JUNIOR, J. M.; CARVALHO, B. P.; SALES, M. F. L. **Estudo de caso sobre a época da estação de monta tradicional do Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2022. 37 p. (Embrapa Acre. Documentos, 175). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1148632>. Acesso em: 15 set. 2023.
- ANDRADE, C. M. S. de; VALENTIM, J. F. **Síndrome da morte do capim-brizantão no Acre: características, causas e soluções tecnológicas**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2007. 40 p. (Embrapa Acre. Documentos, 105). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/507627>. Acesso em: 15 set. 2023.
- ANDRADE, C. M. S. de; VALENTIM, J. F. Desempenho de acessos e cultivares de *Panicum* spp. e *Brachiaria* spp. em solos de baixa permeabilidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Inovação científica e tecnológica em zootecnia: anais**. Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009.

- ANDRADE, C. M. S. de; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. da C.; VALLE, L. A. R. do. Desempenho de nove acessos e duas cultivares de "*Brachiaria*" spp. em solos de baixa permeabilidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria, RS. **Otimizando a produção animal**: anais. Brasília, DF: SBZ, 2003. 6 p. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1097741>. Acesso em: 15 set. 2023.
- BARBOSA, R. A. Mortalidade de plantas forrageiras em pastagens nas regiões Centro-Oeste e Norte do Brasil - introdução ao problema. In: BARBOSA, R. A. (ed.). **Morte de pastos de braquiárias**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2006. p. 15-21.
- BARUCH, Z. Responses to drought and flooding in tropical forage grasses. **Plant Soil**, v. 164, p. 87-96, 1994. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00010115>.
- CAETANO, L. P. S.; DIAS-FILHO, M. B. Responses of six *Brachiaria* spp. accessions to root zone flooding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 5, p. 795-801, maio 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000500003>.
- CARDOSO, J. A.; JIMÉNEZ, J. de la C.; RINCÓN, J.; GUEVARA, E.; HOEK, R. van der; JARVIS, A.; PETERS, M.; MILES, J.; AYARZA, M.; CAJAS, S.; RINCÓN, Á.; MATEUS, H.; QUICENO, J.; BARRAGÁN, W.; LASCANO, C.; ARGEL, P.; MENA, M.; HERTENTAINS, L.; RAO, I. Advances in improving tolerance to waterlogging in *Brachiaria* grasses. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v. 1, n. 1-2, p. 197-201, Dec. 2013a. DOI: [https://doi.org/10.17138/tgft\(1\)197-201](https://doi.org/10.17138/tgft(1)197-201).
- CARDOSO, J. A.; RINCÓN, J.; JIMÉNEZ, J. de la C.; NOGUERA, D.; RAO, I. M. Morpho-anatomical adaptations to waterlogging by germplasm accessions in a tropical forage grass. **AoB Plants**, v. 5, n. 1, p. 1-16, 2013b. DOI: <https://doi.org/10.1093/aobpla/plt047>.
- COOPER, J. **Basic terminology and definitions in plant pathology**. Washington, D.C.: Washington State University, 2007. 4 p. Disponível em: https://s3.wp.wsu.edu/uploads/sites/2054/2014/04/TermsandDefinitions_001.pdf. Acesso em: 15 set. 2023.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: Ed. UFV, 1997. 390 p.
- DI BELLA, C. E.; GRIMOLDI, A. A.; STRIKER, G. G. A quantitative revision of the waterlogging tolerance of perennial forage grasses. **Crop & Pasture Science**, v. 73, n. 10, p. 1200-1212, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1071/CP21707>.
- DIAS-FILHO, M. B. **Respostas morfofisiológicas de *Brachiaria* spp. ao alagamento do solo e à síndrome da morte do capim-marandu**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 27 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 242). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/377473>. Acesso em: 15 set. 2023.
- DIAS-FILHO, M. B. Tolerance to flooding in five *Brachiaria brizantha* accessions. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 4, p. 439-447, abr. 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2002000400003>.
- DIAS-FILHO, M. B.; CARVALHO, C. J. R. de. Physiological and morphological responses of *Brachiaria* spp. to flooding. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 10, p. 1959-1966, out. 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X200001000006>.

DIAS-FILHO, M. B.; CRUZ, E. D.; LOPES, M. J. dos S.; BARRIOS, S. C. L.; VALLE, C. B. do. **Tolerância relativa de doze híbridos interespecíficos de *Brachiaria* spp. ao alagamento do solo**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2020. 36 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 141). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1127443>. Acesso em: 15 set. 2023.

DIAS-FILHO, M. B.; FREITAS, M. V. de; LOPES, M. J. dos S.; CRUZ, E. D.; BARRIOS, S. C. L.; VALLE, C. B. do. **Tolerância relativa de híbridos de *Brachiaria decumbens* ao alagamento do solo**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2018. 23 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 127). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1100348>. Acesso em: 15 set. 2023.

DIAS-FILHO, M. B.; LOPES, M. J. S. **Respostas de cultivares de *Brachiaria humidicola* e de *Brachiaria brizantha* 'Marandu' ao alagamento do solo**. 2019. 27 p. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2019. 27 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 137). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1114212>. Acesso em: 15 set. 2023.

DUARTE, M. L. R.; ALBUQUERQUE, F. C.; SANHUEZA, R. M. V.; VERZIGNASSI, J. R.; KONDO, N. Etiologia da podridão do coleto de *Brachiaria brizantha* em pastagens da Amazônia. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 3, p. 261-265. jun. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-41582007000300013>.

HENDERSON, C. R. **Applications of linear models in animal breeding**. Guelph: University Guelph Press, 1984. 423 p.

HERNANDEZ, L. M.; SOTELO, G.; BONILLA, X.; ALVAREZ, E.; MILES, J. W.; WORTHINGTON, M. Phenotyping *Brachiaria* genotypes to assess *Rhizoctonia* resistance by comparing three inoculum types. **Plant Disease**, v. 101, n. 6, p. 916-923, June 2017. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-16-1160-RE>.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de dados meteorológicos**. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 12 maio 2023.

JANK, L.; SANTOS, M. F.; MACIEL, G. A.; BRAGA, G. J.; ZIMMER, A. H.; MACEDO, M. C. M.; FERNANDES, C. D.; VALÉRIO, J. R.; VERZIGNASSI, J. R.; MACHADO, L. A. Z.; GARCIA, R. A.; SIMEÃO, R. M.; VALENTIM, J. F.; COSTA, N. de L.; FERNANDES, F. D.; LEDO, F. J. da S.; MONTARDO, D. P.; ANDRADE, C. M. S. de; PEDREIRA, B. C.; ALMEIDA, R. G. de; ARAÚJO, A. R. de; RAMOS, A. K. B.; MARTUSCELLO, J. A.; REIS, F. **Capim-BRS Tamani (*Panicum maximum* Jacq.) híbrido de maior qualidade, porte baixo e fácil manejo**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2021. (Embrapa Gado de Corte. Comunicado técnico, 161). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1137895>. Acesso em: 15 set. 2023.

JANK, L.; SANTOS, M. F.; VALLE, C. B. do; BARRIOS, S. C. L.; RESENDE, R. M. S. Novas alternativas de cultivares de forrageiras e melhoramento para a sustentabilidade da pecuária. In: SIMPÓSIO DE ADUBAÇÃO E MANEJO DE PASTAGENS, 4.; SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO, 4., 2017, Dracena. **Sustentabilidade do sistema produtivo**: anais. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2017, p. 107-117. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1082385>. Acesso em: 15 set. 2023.

JIMÉNEZ, J. de la C.; CARDOSO, J. A.; DOMINGUEZ, M.; FISCHER, G.; RAO, I. Morpho-anatomical traits of root and non-enzymatic antioxidant system of leaf tissue contribute to waterlogging tolerance in *Brachiaria* grasses. **Grassland Science**, v. 61, n. 4, p. 243-252, Dec. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/grs.12095>.

JIMÉNEZ, J. de la C.; CARDOSO, J. A.; LEIVA, L. F.; GIL, J.; FORERO, M. G.; WORTHINGTON, M. L.; MILES, J. W.; RAO, I. M. Non-destructive phenotyping to identify *Brachiaria* hybrids tolerant to waterlogging stress under field conditions. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, p. 1-10, Feb. 2017. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00167>.

LIMAMI, A. M.; DIAB, H.; LOTHIER, J. Nitrogen metabolism in plants under low oxygen stress. **Planta**, v. 239, p. 531-541, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00425-013-2015-9>.

MANZATTO, C. V.; PEREIRA, S. E. M.; PEDREIRA, B. C. e. **Zoneamento do risco de ocorrência da síndrome da morte do capim-marandu do Estado do Mato Grosso**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2017. 29 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 74). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1091541>. Acesso em: 15 set. 2023.

MANZATTO, C. V.; VALENTIM, J. F.; AMARAL, E. F. do; ANDRADE, C. M. S. de; BACCA, J. F. M.; ZARONI, M. J.; VENTURIERI, A. **Zoneamento de risco edáfico de ocorrência da síndrome da morte do braquiarião nas áreas antropizadas da Amazônia Legal**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre; Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. 1 fôlder. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/510747>. Acesso em: 15 set. 2023.

MARANHÃO, S. R.; POMPEU, R. C. F. F.; ARAÚJO, R. A.; LOPES, M. N.; SOUZA, H. A.; CAVALCANTE, A.; FONTINELE, R. G.; ROGERIO, M. Morphophysiology of tropical grasses under different water supply in two growing seasons: II. BRS Massai and BRS Tamani grasses. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 1, p. 301-318, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2021v42n1p301>.

PEDREIRA, B. C. e; DIAS FILHO, M. B.; ANDRADE, C. M. S. de; RIBEIRO, L. F. C.; PEREIRA, D. H.; CARNEVALLI, R. A.; COSTA, F. C.; FELIPE, F. de L. Síndrome da morte do braquiarião em Mato Grosso. In: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA INTEGRADA, 1., 2014, Sinop, MT. **Intensificação da produção animal em pastagens**: anais. Sinop, MT: Embrapa, 2014. 294 p. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1003373>. Acesso em: 15 set. 2023.

PEDREIRA, B. C. e; DIAS-FILHO, M. B.; ANDRADE, C. M. S. de; PEREIRA, D. H.; HOLSCHUCH, S. G.; CAVALLI, J. Convivendo com a síndrome da morte do braquiarião na Amazônia. In: DIAS-FILHO, M. B.; ANDRADE, C. M. S. de (ed.). **Recuperação de pastagens degradadas na Amazônia**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. cap. 4, p. 127-151.

PLOSHCHUK, R. A.; GRIMOLDI, A. A.; PLOSHCHUK, E. L.; STRIKER, G. G. Growth during recovery evidences the waterlogging tolerance of forage grasses. **Crop and Pasture Science**, v. 68, n. 6, p. 574-582, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1071/CP17137>.

RAMOS, T. de J. N.; SOUZA, C. M. de A.; CARVALHO, C. J. R. de; SANTOS, I. M. V. Respostas fisiológicas e metabólicas de gramíneas ao alagamento. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 54, n. 1, p. 78-84, 2011.

RAO, I. M.; RINCON, J.; GARCIA, R.; MILES, J. R. J. Screening for tolerance to waterlogging in *Brachiaria* hybrids. In: ASA-CSSA-SSSA INTERNATIONAL ANNUAL MEETING, 2007, New Orleans, LA. **Proceedings...** New Orleans: ASA: CSSA: SSSA, 2007.

RESENDE, M. D. V. de. Software Selegen-REML/BLUP: a useful tool for plant breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 16, n. 4, p. 330-339, Oct./Dec. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1984-70332016v16n4a49>.

RIBEIRO, L. F. C.; PEDREIRA, B. C.; TAKADA, J. H.; ROSA, J. N.; OLIVEIRA, L. M.; TAKESHITA, V.; OLIVEIRA, F. F. Aspectos fitopatológicos da síndrome da morte do braquiarião. In: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA INTEGRADA, 1., 2014, Brasília, DF. **Intensificação da produção animal em pastagens**: anais. Brasília, DF: Embrapa Agrossilvipastoril, 2014. p. 239-250. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1003367>. Acesso em: 15 set. 2023.

SILVA, A. S.; LAURA, V. A.; JANK, L. Soil flood tolerance of seven genotypes of *Panicum maximum* Jacq. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 52, n. 6, p. 1341-1348, dez. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-89132009000600004>.

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.

TEIXEIRA NETO, J. F.; SIMÃO NETO, M.; COUTO, W. S.; DIAS FILHO, M. B.; SILVA, A. de B.; DUARTE, M. de L. R.; ALBUQUERQUE, F. C. de. **Prováveis causas da morte do capim-braquiarião (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) na Amazônia Oriental**: relatório técnico. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 20 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 36). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/377918>. Acesso em: 15 set. 2023.

TOWNSEND, C. R.; COSTA, N. de L.; PEREIRA, R. G. de A. **Recuperação e práticas sustentáveis de manejo de pastagens na Amazônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2012. 23 p. (Embrapa Rondônia. Documentos, 148). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/999525>. Acesso em: 15 set. 2023.

VALENTIM, J. F.; AMARAL, E. F. do; MELO, A. W. F. de. **Zoneamento de risco edáfico atual e potencial de morte de pastagens de *Brachiaria brizantha* no Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2000. 26 p. (Embrapa Acre. Boletim de pesquisa, 29). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/496712>. Acesso em: 15 set. 2023.

ZÚÑIGA PEREIRA, C.; GONZÁLEZ, Q. R.; BUSTAMANTE, E.; ARGEL, P. Influencia de la humedad del suelo sobre la susceptibilidad de *Brachiaria* a hongos patógenos. **Manejo Integrado de Plagas**, v. 49, p. 51-57, 1998.

Embrapa

Acre

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA
E PECUÁRIA



CGPE 018498