

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS-UFAM  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS-FCA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA TROPICAL-PPGATR

TASSIA MICHELLI NOGUEIRA NEGREIROS

CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA E RESPOSTAS MORFOFISIOLÓGICAS  
DE ACESSOS DE *Urena lobata* L. CULTIVADOS EM ECOSSISTEMA DE TERRA  
FIRME NO AMAZONAS

MANAUS-AM

2026

TASSIA MICHELLI NOGUEIRA NEGREIROS

CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA E RESPOSTAS MORFOFISIOLÓGICAS  
DE ACESSOS DE *Urena lobata* L. CULTIVADOS EM ECOSSISTEMA DE TERRA  
FIRME NO AMAZONAS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Agronomia Tropical da Universidade Federal do  
Amazonas, como parte dos requisitos para obtenção do  
título de Doutora em Agronomia Tropical, área de  
concentração em Produção Vegetal.

Orientadora: Dra. Albejamere Pereira de Castro

MANAUS-AM

2026

Ficha Catalográfica

Elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

- 
- N385c      Negreiros, Tassia Michelli Nogueira  
Caracterização morfoagronômica e respostas morfofisiológicas de  
acessos de *Urena lobata* L. cultivados em ecossistema de terra firme no  
Amazonas / Tassia Michelli Nogueira Negreiros. - 2026.  
111 f. : il., color. ; 31 cm.
- Orientador(a): Albejamere Pereira de Castro.  
Tese (doutorado) - Universidade Federal do Amazonas, Programa de  
Pós-Graduação em Agronomia Tropical, Manaus-AM, 2026.
1. Malva. 2. *Urena lobata* L. 3. Descritores morfoagronômicos. 4.  
Produtividade de sementes. 5. Potencial nutricional. I. Castro, Albejamere  
Pereira de. II. Universidade Federal do Amazonas. Programa de Pós-  
Graduação em Agronomia Tropical. III. Título
-

TASSIA MICHELLI NOGUEIRA NEGREIROS

CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA E RESPOSTAS  
MORFOFISIOLÓGICAS DE ACESSOS DE *Urena lobata* L. CULTIVADOS EM  
ECOSSISTEMA DE TERRA FIRME NO AMAZONAS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como requisitos parciais para obtenção do título de Doutora em Agronomia Tropical, área de concentração em Produção Vegetal.

Aprovada em 22 de junho de 2026.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente  
 ALBEJAMERE PEREIRA DE CASTRO  
Data: 22/07/2026 20:11:16-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Albejamere Pereira de Castro  
PPGATR/UFAM (Presidente)

Documento assinado digitalmente  
 LUCIANA SOUZA DE AGUIAR E SOUZA  
Data: 23/07/2026 20:12:46-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Luciana Souza de Aguiar e Souza  
Universidade Federal do Amazonas – UFAM

Documento assinado digitalmente  
 CARLA COELHO FERREIRA  
Data: 23/07/2026 20:25:12-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Carla Coelho Ferreira  
Universidade Federal do Amazonas – UFAM

Documento assinado digitalmente  
 MOISES FELIX DE CARVALHO NETO  
Data: 24/07/2026 08:45:38-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Moisés Felix de Carvalho Neto  
Universidade Federal do Amazonas – UFAM

Documento assinado digitalmente  
 SIMONE DA SILVA  
Data: 24/07/2026 10:00:40-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Simone da Silva  
Centro de Bionegócios da Amazonia – CBA

## Dedico

À minha mãe Maria de Jesus Nogueira Pessoa (*in memoriam*), que ensinou o valor da educação e fez nascer em mim o sonho que hoje se concretiza. Sua força, seus ensinamentos e seu exemplo permanecem vivos, guiando meus passos e inspirando cada uma das minhas conquistas, mesmo na sua ausência. Te amei na vida e amo na eternidade.

Aos meus filhos, Thalles Marcelo e Thauã Gael, por serem a força que me sustentou nos momentos mais desafiadores desta jornada e a motivação diária para melhorar nossa realidade. Eu os amo muito, são minha melhor metade.

Ao meu esposo Marcelo Nunes, por todo amor, paciência e companheirismo ao longo desta caminhada. Por tudo que somos juntos e sonhamos realizar.

Aos meus irmãos Eduardo Bruno, Willian Rafael, Thatiane de Jesus, Djerlison Carlos, Djeime Carolina, Djerliane e João, pelo incentivo, apoio e oração. Que sempre prevaleça nossa UNIÃO. Amo vocês!

Aos meus sobrinhos Rafael Gustavo, Melissa, Gabrielly, Laura, Noah Eduardo, Heithor e Ana Livia que esta conquista seja uma inspiração de que o conhecimento, a dedicação e a perseverança são caminhos capazes de transformar sonhos em realidade.

À minha sogra Marilda e sua irmã Raimunda, pelo carinho, acolhimento, pela presença, pelo apoio e pela forma especial com que contribuíram para que eu chegasse até aqui.

Ao meu pai João Elias e sua esposa Idinete, por ser parte da minha história, das minhas raízes e da construção da trajetória que me trouxe até aqui e das experiências que contribuíram para formar a pessoa que sou.

## Agradecimentos

À Deus e Nossa Senhora pelas bênçãos de todos os dias. Que continuem a proteger e iluminar meus passos e minhas decisões. Que permaneçam sempre ao meu lado. Amém.

À minha família e amigos, por tudo que representam na minha vida.

À minha orientadora, Dr<sup>a</sup>. Albejamere Pereira de Castro, pelos ensinamentos, dedicação, incentivo, paciência, carinho e amizade.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical pelos ensinamentos e aos amigos de doutorado e mestrado pelas experiências compartilhadas.

À Universidade Federal do Amazonas, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical pela oportunidade em desenvolver este trabalho.

À equipe do Núcleo de Socioeconomia – NUSEC, da Universidade Federal do Amazonas, pelo espaço disponibilizado para realização de atividades de pesquisa. Ao Dr. Jozângelo Cruz, a Dra. Lucinete Gomes, à mestranda Maria Larissa, aos acadêmicos Camila, Ícaro Freitas e Carol Silva pela contribuição intelectual e nos dias de campo.

À equipe administrativa, técnica e ao pessoal de apoio da Fazenda Experimental – FAEXP, ao Laboratório de Forragicultura e Pastagens – LAFOPAST e ao Laboratório de Análises de Plantas, da Universidade Federal do Amazonas, pela infraestrutura disponibilizada para realização do experimento e análises laboratoriais, com destaque para Kleyver Oliveira, Agnaldo Corrêa, Prof<sup>o</sup>. Fábio Jacobs, Midian Salgado, Marcelo Nunes, Thatiane Nogueira, Prof<sup>o</sup>. José Zilton, João Cleber e João Paulo.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

O presente trabalho foi realizado com apoio Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), por meio da concessão de recursos diretos e indiretos ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho, obrigada!

## RESUMO GERAL

A malva (*Urena lobata* L.) possui elevada relevância socioeconômica na Amazônia, sendo utilizada principalmente para produção de fibras e apresentando potencial de utilização como recurso forrageiro. Contudo, limitações relacionadas à variabilidade genética e ao manejo agrônomo restringem a expansão e a eficiência da cultura. Assim, este estudo teve como objetivo integrar a caracterização morfoagronômica com a avaliação de respostas morfofisiológicas de acessos de malva sob diferentes períodos de corte. Foram avaliados descritores morfológicos qualitativos e quantitativos, fases fenológicas, componentes de produção de sementes, variáveis morfofisiológicas, índices de crescimento, parâmetros fotossintéticos e atributos nutricionais e bromatológicos. Os resultados evidenciaram que, embora os acessos apresentem semelhanças em diversos caracteres morfológicos, existem diferenças expressivas em atributos relacionados ao crescimento vegetativo, duração do ciclo e desempenho agrônomo. Os acessos apresentaram reduzida variação fenológica na fase vegetativa e maior divergência na fase reprodutiva, resultando em diferentes durações do ciclo total. O acesso IRN destacou-se pela menor duração do ciclo e maior crescimento vegetativo, enquanto os demais acessos apresentaram ciclos mais prolongados e diferenças na distribuição de biomassa entre os órgãos da planta. O retardamento do corte proporcionou maior produção de biomassa, ao passo que cortes precoces promoveram maiores teores de nitrogênio e proteína bruta, refletindo o efeito de diluição desses constituintes com o avanço do desenvolvimento vegetal. As avaliações morfofisiológicas evidenciaram respostas diferenciadas entre os acessos e os períodos de corte, sem alterações expressivas nos parâmetros fotossintéticos. De forma integrada, os resultados indicam a existência de acessos com elevado potencial tanto para a produção de fibras quanto para o uso forrageiro, evidenciando a versatilidade de *U. lobata* L., reforçando a relevância da espécie como alternativa estratégica para o fortalecimento da cadeia produtiva da malva na Amazônia.

Palavras-chave: malva, *Urena lobata* L, descritores morfo-agronômicos, produtividade de sementes e potencial nutricional.

## ABSTRACT

Mallow (*Urena lobata* L.) has high socioeconomic importance in the Amazon, being primarily used for fiber production and showing potential as a forage resource. However, limitations related to genetic variability and agronomic management restrict the expansion and efficiency of this crop. Therefore, this study aimed to integrate the morphoagronomic characterization with the evaluation of morphophysiological responses of mallow accessions under different cutting periods. Qualitative and quantitative morphological descriptors, phenological stages, seed production components, morphophysiological variables, growth indices, photosynthetic parameters, and nutritional and bromatological attributes were evaluated. The results showed that, although the accessions exhibited similarities in several morphological traits, they differed markedly in attributes related to vegetative growth, crop cycle duration, and agronomic performance. The accessions displayed low phenological variation during the vegetative phase but greater divergence during the reproductive phase, resulting in differences in total cycle duration. The IRN accession stood out for its shorter cycle and greater vegetative growth, whereas the other accessions exhibited longer cycles and differences in biomass partitioning among plant organs. Delayed cutting resulted in greater biomass production, while early cutting promoted higher nitrogen and crude protein contents, reflecting the dilution effect of these constituents as plant development progressed. Morphophysiological evaluations revealed distinct responses among accessions and cutting periods, with no marked changes in photosynthetic parameters. Overall, the results indicate the existence of accessions with high potential for both fiber production and forage use, highlighting the versatility of *Urena lobata* L. and reinforcing the importance of this species as a strategic alternative for strengthening the mallow production chain in the Amazon.

Keywords: mallow, *Urena lobata* L. morpho-agronomic descriptors, seed productivity e nutritional potential.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Mapa de distribuição e incidência da malva ( <i>Urena lobata</i> L.).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 16 |
| Figura 2. <i>Urena lobata</i> L. cultivada no campo da Fazenda Experimental da UFAM; A) Planta; B) Folha; C) Flor. Fonte: Arquivo pessoal, 2023 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 18 |
| Figura 3. Estruturas e componentes da malva ( <i>Urena lobata</i> L.).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 18 |
| Figura 1. Estádio 01 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 46 |
| Figura 2. Estádio 02.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 46 |
| Figura 3. Estádio 03.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 46 |
| Figura 4. Estádio 04.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 47 |
| Figura 5. Estádio 05.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 47 |
| Figura 6. Estádio 06.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 47 |
| Figura 7. Estádio 07.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 48 |
| Figura 8. Estádio 08.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 48 |
| Figura 9. Estádio 09.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 49 |
| Figura 10. Características dos acessos de malva ( <i>Urena lobata</i> L.) (ANÃ, ANR, CAA, IRN e MAC) sobre a Altura (A), Diâmetro (B), Comprimento da copa (C), Comprimento da pétala (D), Largura da pétala (E), Comprimento do pedúnculo (F), Largura da semente (G) e Comprimento da semente (H), cultivadas ao longo de 272 dias (n = 4). Barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).....                                                                                                                                                      | 54 |
| Figura 11. Características dos acessos de malva ( <i>Urena lobata</i> L.) (ANÃ, ANR, CAA, IRN e MAC) sobre o Peso de Cem Sementes (PCS) (A), Peso de Mil Sementes (PMS) (B), Sementes/kg (C) e Produtividade (D), avaliadas após 272 dias de cultivos (n = 4). Barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) .....                                                                                                                                                                                                                                    | 57 |
| Figura 1. Efeito dos acessos de <i>Urena lobata</i> L. (ANÃ, ANR, CAA, IRN e MAC) (A, C, E, G) e do período de corte (dias após a emergência – DAE) (B, D, F, H) sobre a altura de plantas (A, B), diâmetro do caule (C, D), massa seca do caule (E, F) e massa seca da parte aérea (G, H), ao longo de 120 dias de cultivo (n = 4). Barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ) .....                                                                                                                                                              | 78 |
| Figura 2. Efeito da interação entre acessos de <i>Urena lobata</i> L. (ANÃ, ANR, CAA, IRN e MAC) e períodos de corte (dias após a emergência – DAE) sobre o teor de Matéria Seca de folhas (MSF) (A e B), Área Foliar (AF) (C e D) e Área Foliar Específica (AFE) (E e F) das folhas de plantas de <i>Urena lobata</i> L., cultivadas ao longo de 120 dias (n = 4). Desdobramento dos períodos de corte dentro de cada acesso (A, C e E) e dos acessos dentro de cada período de corte (B, D e F). Barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )..... | 80 |

Figura 3. Efeito dos acessos de *Urena lobata* L. (ANÃ, ANR, CAA, IRN e MAC) sobre a Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) (A) e a Taxa de Crescimento Relativo (TCR) (B) de plantas de *Urena lobata* L., cultivadas ao longo de 120 dias (n = 4). Barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ) .....82

Figura 4. Efeito da interação entre acessos de *Urena lobata* L. (ANÃ, ANR, CAA, IRN e MAC) e períodos de corte (dias após emergência – DAE) sobre o Teor de N (A e B) e o Acúmulo de N (C e D) nas folhas de plantas de *Urena lobata* L., cultivadas ao longo de 120 dias (n = 4). Desdobramento dos períodos de corte dentro de cada acesso (A e C) e dos acessos dentro de cada período de corte (B e D). Barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) .....83

Figura 5. Efeito dos acessos de *Urena lobata* L. (ANÃ, ANR, CAA, IRN e MAC) (A e C) e do período de corte (dias após emergência – DAE) (B e D) sobre os Teores de Prolina (A, B) e Acúmulo de Prolina (C, D) nas folhas de *Urena lobata* L, ao longo de 120 dias de cultivo (n = 4). Barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) 86

Figura 6. Efeito dos acessos de *Urena lobata* L. (ANÃ, ANR, CAA, IRN e MAC) (A, C, E) e do período de corte (dias após emergência – DAE) (B, D, F) sobre a relação Fv/Fm (A e B), Índice SPAD (C e D) e  $PI_{abs}$  (E e F) nas folhas de *Urena lobata* L, ao longo de 120 dias de cultivo (n = 4). Barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) .....88

Figura 7. Efeito da interação entre acessos de *Urena lobata* L. (ANÃ, ANR, CAA, IRN e MAC) e períodos de corte (dias após a emergência – DAE) sobre o teor de Matéria seca (MS%) (A e B), teor de Proteína (PB%) (C e D), teor de Fibra em Detergente Neutro (FDN%) (E e F) e o teor de Extrato Etéreo (EE%) (G e H) nas folhas de plantas de *Urena lobata* L., cultivadas ao longo de 120 dias (n = 4). Desdobramento dos períodos de corte dentro de cada acesso (A, C, E e G) e dos acessos dentro de cada período de corte (B, D, F e H). Barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) .....91

Figura 8. Efeito dos acessos de *Urena lobata* L. (ANÃ, ANR, CAA, IRN e MAC) (A, C,) e do período de corte (dias após emergência – DAE) (B, D) sobre a Matéria Mineral (MM%) (A e B) e Fibra em Detergente Ácido (FDA%) (C e D) nas folhas de *Urena lobata* L, ao longo de 120 dias de cultivo (n = 4). Barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )..... 96

## LISTA DE QUADROS

|                                                                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1 . Dados de localização dos acessos em cinco municípios do Estado do Amazonas, Manaus – AM, 2026 .....                                           | 36 |
| Quadro 2 Caracterização fenológica de acessos de malva ( <i>Urena lobata</i> L.) cultivados em ecossistemas de terra firme, Manaus – Amazonas, 2026..... | 46 |

## SUMÁRIO

|       |                                                                                                      |    |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | INTRODUÇÃO GERAL.....                                                                                | 14 |
| 2     | REFERENCIAL TEÓRICO.....                                                                             | 16 |
| 2.1   | Origem e distribuição geográfica da malva ( <i>Urena lobata</i> L.) .....                            | 16 |
| 2.2   | Aspectos taxonômicos e botânicos da malva ( <i>Urena lobata</i> L.).....                             | 17 |
| 2.3   | Caracterização e produção de sementes de malva ( <i>Urena lobata</i> L.) .....                       | 19 |
| 2.4   | Produção de fibras de malva no Amazonas.....                                                         | 22 |
| 2.5   | Potencial forrageiro de <i>Urena lobata</i> L.: bases fisiológicas, valor nutricional e manejo ..... | 23 |
| 3     | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                                                     | 26 |
|       | CAPÍTULO 1.....                                                                                      | 31 |
|       | CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA DE ACESSOS DE MALVA ( <i>Urena lobata</i> L.).....                    | 31 |
| 1     | INTRODUÇÃO.....                                                                                      | 34 |
| 2     | MATERIAL E MÉTODOS.....                                                                              | 35 |
| 2.1   | Localização do experimento .....                                                                     | 35 |
| 2.2   | Coleta dos acessos de malva .....                                                                    | 35 |
| 2.3   | Delineamento experimental e Tratamentos .....                                                        | 36 |
| 2.4   | Preparo dos tubetes e semeadura.....                                                                 | 36 |
| 2.5   | Preparo da área experimental .....                                                                   | 36 |
| 2.6   | Adubação mineral e transplântio .....                                                                | 37 |
| 2.7   | Tratos culturais .....                                                                               | 37 |
| 2.8   | Parâmetros avaliativos .....                                                                         | 37 |
| 2.8.1 | Descrição morfoagronômica dos acessos de malva.....                                                  | 37 |
| 2.8.2 | Caracterização fenológica de acessos de malva .....                                                  | 39 |
| 2.8.3 | Produção de sementes de malva ( <i>Urena lobata</i> L.).....                                         | 39 |
| 2.9   | Análise estatística .....                                                                            | 40 |
| 3     | RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                                                                          | 41 |
| 3.1   | Descrição morfológica dos acessos de malva.....                                                      | 41 |
| 3.2   | Caracterização fenológica de acessos de malva.....                                                   | 45 |
| 3.3   | Análise das diferenças fenotípicas e produtivas entre acessos de malva.....                          | 52 |
| 4     | CONCLUSÃO.....                                                                                       | 58 |
| 5     | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                                                     | 59 |

|                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| CAPÍTULO 2.....                                                                                                     | 67  |
| RESPOSTAS MORFOFISIOLÓGICAS DE ACESSOS DE MALVA ( <i>Urena lobata</i> L.)<br>SOB DIFERENTES PERÍODOS DE CORTE ..... | 67  |
| 1 INTRODUÇÃO.....                                                                                                   | 70  |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS.....                                                                                           | 72  |
| 2.1 Área do experimento.....                                                                                        | 72  |
| 2.2 Coleta dos acessos de malva .....                                                                               | 72  |
| 2.3 Delineamento experimental e Tratamentos .....                                                                   | 72  |
| 2.4 Preparo da área experimental.....                                                                               | 72  |
| 2.5 Adubação mineral e semeadura.....                                                                               | 73  |
| 2.6 Coleta das plantas e preparo das amostras.....                                                                  | 73  |
| 2.6.1 Análise dos parâmetros de crescimento de acessos de malva.....                                                | 74  |
| 2.6.2 Teor e acúmulo de nitrogênio de acessos de malva ( <i>Urena lobata</i> L.).....                               | 74  |
| 2.6.3 Teor e acúmulo de prolina de acessos de malva ( <i>Urena lobata</i> L.).....                                  | 75  |
| 2.6.4 Parâmetros fotossintéticos (Fluorescência da clorofila a e índice de clorofila<br>relativo) .....             | 75  |
| 2.6.5 Parâmetros bromatológicos de acessos de malva ( <i>Urena lobata</i> L.) .....                                 | 76  |
| 2.7 Análises estatísticas .....                                                                                     | 76  |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                                                                                       | 77  |
| 3.1 Parâmetros de crescimento de acessos de malva ( <i>Urena lobata</i> L.) .....                                   | 77  |
| 3.2 Teor e acúmulo de nitrogênio de acessos de malva ( <i>Urena lobata</i> L.) .....                                | 83  |
| 3.3 Teor e acúmulo de prolina de acessos de malva ( <i>Urena lobata</i> L.) .....                                   | 86  |
| 3.4 Parâmetros fotossintéticos de acessos de malva ( <i>Urena lobata</i> L.) .....                                  | 88  |
| 3.5 Parâmetros bromatológicos de acessos de malva ( <i>Urena lobata</i> L.).....                                    | 91  |
| 4 CONCLUSÃO.....                                                                                                    | 98  |
| 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                                                                  | 100 |
| 4 CONSIDERAÇÕES GERAIS .....                                                                                        | 111 |

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A malva (*Urena lobata* L.) é uma planta Magnoliopsida, de hábito arbustivo anual e perene, pertencente à família Malvaceae, reconhecida pela produção de fibras liberianas (SILVA, 1989). Apresenta ampla distribuição geográfica, ocorrendo em regiões tropicais e subtropicais, além de áreas de clima temperado (WANG et al., 2009). No Brasil, destaca-se como cultura de relevância socioeconômica, especialmente no estado do Amazonas, onde constitui importante fonte de renda para comunidades ribeirinhas, sendo cultivada predominantemente em áreas de várzea ao longo dos rios Amazonas e Solimões (SOUZA, 2012; MACIEL et al., 2019).

A importância regional da cultura tem impulsionado a intensificação de estudos voltados à coleta e avaliação de germoplasmas, com ênfase na identificação de acessos com potencial superior para produção de fibras e sementes (GOMES, 2017). Essa abordagem contribui simultaneamente para a conservação da variabilidade genética e para o avanço de programas de melhoramento, com impactos diretos na eficiência produtiva e na sustentabilidade dos sistemas agrícolas locais.

Nesse contexto, a caracterização morfológica e agrônômica assume papel estratégico, uma vez que se baseia em atributos fenotípicos mensuráveis, herdáveis e de fácil obtenção (IPGRI, 1996; COSTA et al., 2011). Esses descritores permitem a identificação e diferenciação de acessos, além de subsidiar a seleção de materiais com características desejáveis (KUMAR et al., 2021), como maior produtividade, resistência a estresses bióticos e abióticos e melhor qualidade de sementes e fibras (VICENTE et al., 2005).

Apesar de sua relevância, a cadeia produtiva da malva no Amazonas enfrenta limitações estruturais importantes, sobretudo no que se refere à produção e disponibilidade de sementes. A dependência de sementes oriundas do extrativismo, principalmente do estado do Pará, resulta em variações na qualidade e no preço, além de restringir o controle sobre o sistema produtivo, sobretudo do ponto de vista fitossanitário. Embora existam iniciativas institucionais de distribuição de sementes, estas ainda são insuficientes para atender à demanda, levando produtores a recorrerem a sistemas informais de aquisição, frequentemente desfavoráveis do ponto de vista econômico e fitossanitário (BENTES, 2015).

Adicionalmente, a ausência de programas estruturados de melhoramento genético e de campos específicos para produção de sementes certificadas compromete a qualidade do material propagativo e limita o avanço tecnológico da cultura, podendo ocasionar problemas fitossanitários relevantes. Esse cenário evidencia a necessidade de investimentos em pesquisa

e desenvolvimento, com foco na seleção de genótipos superiores e no fortalecimento da base produtiva regional, tanto na várzea quanto na terra firme.

Paralelamente ao seu uso tradicional como planta fibrosa, a malva apresenta potencial relevante sob o ponto de vista nutricional. Estudos indicam que a espécie possui composição química expressiva, com elevados teores de carboidratos (47,64%), proteínas (19,28%) e minerais essenciais (Ca, K, Mg, Cu, Zn, Mn), além de aminoácidos de interesse nutricional (SHABA et al., 2017). Sua adaptabilidade a condições tropicais, associada à tolerância a solos de baixa fertilidade química, reforça seu potencial de inserção em sistemas agropecuários como alternativa alimentar, especialmente na alimentação animal (ISLAM et al., 2017).

No contexto amazônico, a sazonalidade da produção forrageira constitui um dos principais entraves à sustentabilidade da pecuária, resultando em flutuações na disponibilidade e qualidade dos alimentos ao longo do ano (CALIXTO JUNIOR et al., 2017). Nesse cenário, a incorporação de espécies alternativas adaptadas às condições edafoclimáticas regionais é fundamental para mitigar os efeitos da estacionalidade e garantir maior estabilidade produtiva.

A malva, nesse sentido, desponta como uma espécie promissora, não apenas pela sua rusticidade e valor nutricional, mas também pela versatilidade de uso. Além disso, registros etnobotânicos indicam seu consumo humano em diferentes regiões do mundo, como no oeste africano, onde suas sementes são utilizadas na alimentação devido às propriedades mucilaginosas (MENNINGER, 1977), reforçando seu potencial multifuncional e nutracêutico.

Diante desse panorama, evidencia-se a necessidade de estudos integrados que abordem tanto a variabilidade genética quanto o desempenho agrônomo e nutricional da cultura, visando subsidiar estratégias de uso, manejo, conservação e melhoramento.

Nesse contexto, o Capítulo 1 teve como objetivo realizar a caracterização morfoagronômica de acessos de *U. lobata* L., coletados em municípios produtores do estado do Amazonas, por meio da integração de descritores morfológicos, análise fenológica e parâmetros relacionados à produção de sementes, com vistas à identificação da variabilidade existente e ao suporte de programas de conservação e melhoramento genético.

O Capítulo 2, por sua vez, teve como objetivo avaliar os parâmetros de crescimento, nutricionais, bioquímicos, fotossintéticos e bromatológicos de diferentes acessos de *U. lobata* L., submetidos a distintos períodos de corte, definidos em dias após a emergência, buscando identificar materiais superiores para produção de fibra e recurso forrageiro, e estabelecer estratégias de manejo que maximizem a produtividade, a qualidade e a sustentabilidade da cultura nas condições edafoclimáticas da Amazônia, sobretudo na terra firme.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Origem e distribuição geográfica da malva (*Urena lobata* L.)

As primeiras menções à origem da *U. lobata* L. apontam para o Norte da África e a Ásia, particularmente devido ao fato de que a espécie foi inicialmente documentada na Ásia no final do século XVII, onde se encontram seus parentes endêmicos. Com base nessas evidências, Austin (1999) sugeriu que a Ásia seria a região de origem mais provável para *U. lobata* L. No entanto, essa hipótese ainda é contestada. O banco de dados *Plants of the World Online* do Royal Botanic Gardens, Kew (POWO, 2025), classifica *U. lobata* L. como nativa de várias regiões tropicais, incluindo a América Central e do Sul, o Caribe, a África e a Ásia. Originalmente, essa planta se desenvolveu em ambientes tropicais úmidos, onde as condições de temperatura elevada e alta umidade favorecem seu crescimento (ISLAM; UDDIN, 2017) (Figura 1).

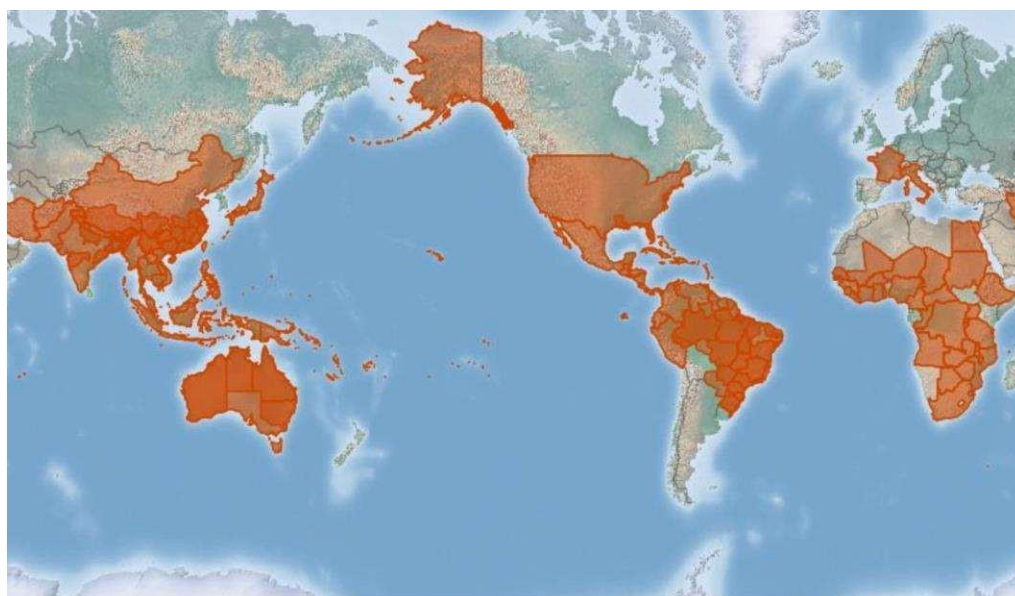


Figura 1. Mapa de distribuição e incidência da malva (*Urena lobata* L.).

Fonte: CABI (2013).

Em virtude de sua ampla distribuição geográfica, essa planta é conhecida por diferentes denominações regionais ao redor do mundo. No contexto da República Democrática do Congo, a *U. lobata* L. é conhecida como Congo Jute e em Madagascar recebe o nome de Paka. No Ceilão, é chamada de Patta-appelle, enquanto na Índia é conhecida como Banochra. Na Nigéria recebe o nome de akeri, ilasa-agbunrin, ilasa-omode (Yoruba), rama-rama (Hausa), Oronhon (Benin), ridiri (Efik) e Ebe-izili (Edo), a depender dos grupos etnolinguísticos (FAGBOHUN, ASARE, EGBEBI, 2012). Na França, a planta é denominada Cockle Burr. Na China é conhecida como Ye-Mian-Hua (GAO et al., 2015). No Peru, é popularmente chamada de Jute,

na Venezuela é conhecida como Cadilla ou Cadillo, em Cuba recebe o nome de Malva Branca e nos Estados Unidos é chamada de Caesar weed ou Coklebur. No Brasil, é comumente chamada de Malva (BAYER et al., 1999; HOMMA, 1998).

Corroborando a análise de Homma (1998), Revilla (2002) afirma que a *U. lobata* L. cultivada no Brasil tem origem na região amazônica, que identifica o nordeste do Estado do Pará, em áreas de colonização antiga, como o local de surgimento da espécie. Essas regiões, atualmente conhecidas como Zona Bragantina e Zona do Salgado, estão situadas nas proximidades da cidade de Belém. No entanto, no estado do Amazonas, a maior concentração do cultivo dessa espécie ocorre nos municípios de Anamá, Anori, Beruri, Caapiranga, Coari, Codajás, Iranduba, Manacapuru, Manaquiri e Parintins. (IDAM, 2015).

Consta na literatura que até meados de 1970, o estado do Pará aparece como o único produtor de malva. A partir de 1971, passou a ser cultivada em várzeas altas do Amazonas (HOMMA, 1998), atingindo 1750 toneladas na sua primeira produção (MEDEIROS et al., 2008) e tornando-se o maior produtor de fibras de malva nos tempos atuais, atingindo valores estimados de 1453,5 toneladas em 2022 (CONAB, 2023).

## 2.2 Aspectos taxonômicos e botânicos da malva (*Urena lobata* L.)

A *U. lobata* L. é uma planta dicotiledônea, de hábito arbustivo anual e perene (SILVA, 1989), pertencente ao reino *Plantae*, subreino *Tracheobionta*, superdivisão *Spermatophyta*, divisão *Magnoliophyta*, classe *Magnoliopsida*, subclasse *Dilleniidae*, ordem *Malvales*, família *Malvaceae*, gênero *Urena* e espécie *lobata* (BAYER et al., 1999), com ampla distribuição pantropical. A família *Malvaceae* inclui cerca de 250 gêneros e 4.200 espécies, das quais aproximadamente 80 gêneros e 400 espécies ocorrem no Brasil (SOUZA; LORENZI, 2005).

Conhecida popularmente como malva, é uma espécie arbustiva de caule ereto e ramificado, podendo atingir até 4 metros de altura. Seus ramos são cilíndricos e alternados, e as folhas, também alternadas e pecioladas, apresentam formas e tamanhos variáveis, podendo ser orbiculares ou angulosamente lobadas, com comprimento e largura variando entre 7,63-11,03 cm e 6,98-12,09 cm, respectivamente (GOMES, 2017). As nervuras centrais das folhas são características do gênero *Urena*, sendo de coloração verde escura na face superior (adaxial) e brancacenta e tomentosa na face inferior (abaxial) com nectário sobre a nervura central (BOVINI, 2010). Quando secas, as folhas adquirem uma coloração verde-acinzentada e apresentam textura áspera, sabor ligeiramente amargo e natureza quebradiça (ISLAM; UDDIN, 2017). As flores da planta são curtas, pediceladas, solitárias e apresentam coloração roxa ou rósea, com as pétalas unidas entre si e com o androceu (Figura 2 e 3).

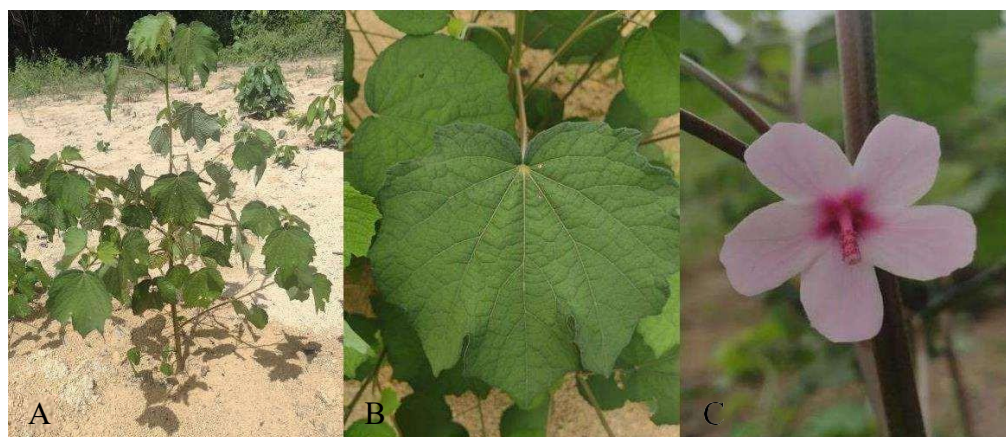


Figura 2. *Urena lobata* L. cultivada no campo da Fazenda Experimental da UFAM; A) Planta; B) Folha; C) Flor.  
Fonte: Arquivo pessoal, 2023.

O fruto é uma cápsula subglobosa, do tipo carrapicho, composta por cinco carpelos indeiscentes, secos e tomentosos, cobertos por espinhos moles e recurvados, que aderem facilmente às roupas. As sementes de malva são lisas, cuneiformes de um lado e arredondadas do outro (JOLY, 1966) (Figura 3).

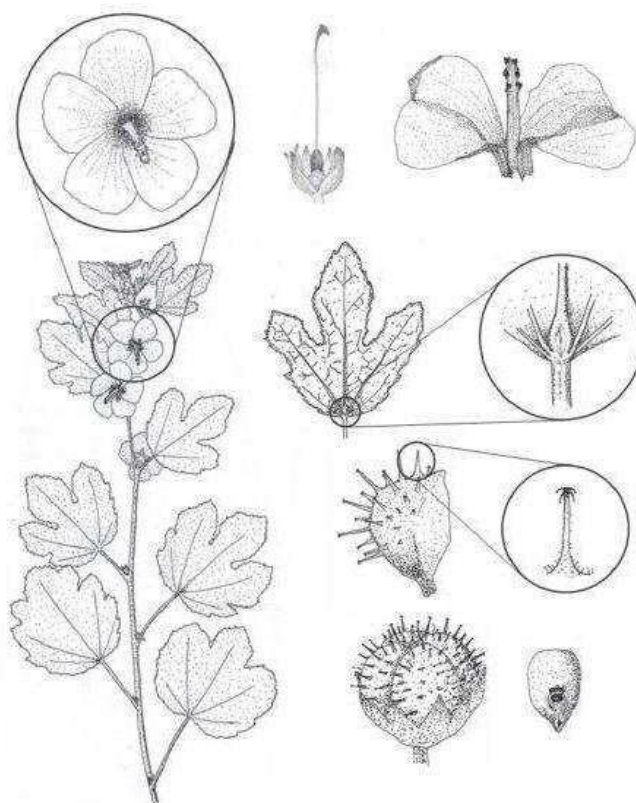


Figura 3. Estruturas e componentes da malva (*Urena lobata* L.).  
Fonte: JOLY, 1966.

A malva tem importância no setor produtivo de fibras vegetais e as famílias ribeirinhas do baixo Amazonas detêm boa parte do cultivo e produção (MACIEL, 2015), uma vez que essa

atividade promove a inclusão social e geração de empregos (CASTRO, 2015). As fibras são longas, claras, flexíveis e resistentes, apresentando-se como um recurso natural valioso utilizadas na produção de inúmeros produtos artesanais e industriais (HOMMA, 2010; SOUZA, 2012). Por ser leve, resistente e biodegradável, desponta como uma alternativa sustentável aos polímeros sintéticos derivados de petróleo (RAVI; KRISHANU, 2023), contribuindo para a redução do impacto ambiental em função da sua capacidade de decomposição natural.

### 2.3 Caracterização e produção de sementes de malva (*Urena lobata* L.)

A caracterização morfoagronômica constitui uma etapa fundamental na avaliação de espécies vegetais, especialmente daquelas ainda pouco exploradas sob o ponto de vista agrônomo, como a malva (*U. lobata* L.). Essa abordagem permite descrever e quantificar atributos fenotípicos relacionados ao crescimento, desenvolvimento e potencial produtivo das plantas, fornecendo subsídios importantes para programas de conservação, domesticação e melhoramento genético. Os caracteres utilizados podem ser classificados em qualitativos e quantitativos (AGUILERA et al., 2023).

Os descritores qualitativos, geralmente de natureza discreta e com menor influência ambiental, são úteis para a identificação e diferenciação de genótipos, entre esses atributos, destacam-se coloração, forma de estruturas vegetativas e reprodutivas e padrões morfológicos específicos. Em contrapartida, os descritores quantitativos, como altura de plantas, diâmetro do caule e produção de biomassa, apresentam maior variabilidade e estão diretamente relacionados ao desempenho agrônomo e à produtividade (FIGÁS et al., 2018).

A variabilidade fenotípica observada entre acessos de uma mesma espécie representa um importante indicativo da diversidade genética existente, constituindo base essencial para programas de melhoramento vegetal. Em espécies cultivadas em condições edafoclimáticas e ecofisiológicas heterogêneas, como na região Amazônica, essa variabilidade tende a ser mais expressiva, refletindo tanto diferenças genéticas quanto adaptações às condições edafoclimáticas (MELLIDOU et al., 2020) locais. Sendo assim, compreender a expressão dessas características em diferentes fases do desenvolvimento vegetal torna-se indispensável para a seleção de materiais superiores e mais adaptados às condições de cultivo regionais.

Nesse contexto, a fenologia vegetal assume papel relevante por permitir descrever e interpretar os estádios de desenvolvimento ao longo do ciclo de vida, desde a germinação até a senescência (NORDT et al., 2021). O estudo fenológico possibilita o entendimento da dinâmica de crescimento, contribuindo para o estabelecimento de práticas de manejo mais eficientes. De modo geral, observa-se que as fases iniciais do desenvolvimento tendem a apresentar maior

uniformidade entre genótipos, enquanto a fase reprodutiva pode evidenciar maior variabilidade (ILER et al., 2022), especialmente quanto à duração do ciclo, emissão de estruturas florais e alocação de assimilados.

Associado à fenologia, o estudo do crescimento vegetal fornece uma dimensão quantitativa do desenvolvimento das plantas, resultante da interação entre processos fisiológicos e condições ambientais. O crescimento pode ser avaliado por meio de diferentes índices fisiológicos, os quais possibilitam interpretar a eficiência de utilização dos recursos disponíveis e a capacidade de produção de biomassa pelas plantas ao longo do tempo.

Entre os principais parâmetros utilizados destacam-se a taxa de crescimento absoluto (TCA) que representa a velocidade efetiva de crescimento vegetal e permite identificar os períodos de maior acúmulo de biomassa durante o ciclo da cultura e, a taxa de crescimento relativo (TCR), que expressa o aumento de biomassa em relação à massa inicial da planta, evidenciando a eficiência fisiológica do crescimento vegetal (FAN et al., 2025).

Geralmente, plantas jovens apresentam maiores valores de TCR em virtude da elevada atividade meristemática e da predominância de tecidos fotossinteticamente ativos. Entretanto, à medida que o desenvolvimento avança, ocorre redução progressiva da TCR, principalmente em razão do autossombreamento foliar, aumento da proporção de tecidos estruturais e formação de órgãos não fotossintetizantes (TEIXEIRA et al., 2015).

A análise conjunta da TCA e da TCR possibilita compreender não apenas a velocidade de crescimento das plantas, mas também a eficiência com que os assimilados produzidos são convertidos em biomassa. Em condições ambientais favoráveis, plantas com elevada taxa de crescimento relativo tendem a apresentar rápido estabelecimento inicial, maior capacidade competitiva e melhor aproveitamento dos recursos disponíveis. Já a manutenção de taxas elevadas de crescimento absoluto durante os estádios intermediários e finais do ciclo pode indicar maior potencial produtivo e maior capacidade de acúmulo de matéria seca (HILTY et al., 2021).

Outro parâmetro de grande relevância para a análise do crescimento vegetal é a área foliar, diretamente relacionada à capacidade fotossintética e à interceptação da radiação solar (TRIPATHI et al., 2018). Plantas com maior área foliar apresentam maior potencial produtivo, embora esse aumento também implique maior demanda por recursos (LI et al., 2022). A área foliar específica, definida pela relação entre área foliar e massa seca das folhas, fornece informações importantes sobre a estratégia de crescimento adotada pela planta. Valores elevados desse índice indicam folhas mais finas e com maior superfície fotossintética por unidade de biomassa investida, característica frequentemente associada a espécies de

crescimento rápido. Em contrapartida, valores reduzidos refletem folhas mais espessas e maior investimento estrutural, geralmente relacionados à tolerância a condições ambientais adversas (UTKIN et al., 2021).

Nesse contexto, a integração entre os atributos morfoagronômicos, o comportamento fenológico e os índices de crescimento vegetal possibilitam compreender de forma mais abrangente o desempenho das plantas ao longo do ciclo de desenvolvimento (TIGIST et al., 2023). Além de contribuir para a identificação de genótipos superiores, essa abordagem fornece informações fundamentais sobre a dinâmica de formação de estruturas reprodutivas, enchimento de sementes e capacidade adaptativa das plantas em diferentes ambientes de cultivo (TSOGTSAIKHAN et al., 2025).

Esta espécie de planta é alógama, ou seja, apresentada polinização cruzada (JOLY, 1966). As sementes constituem estruturas fundamentais para a perpetuação das espécies vegetais, sendo definidas como óvulos maduros fecundados que contêm uma planta embrionária protegida por envoltórios (BRASIL, 2009). No Brasil, a produção de sementes é regulamentada pela Lei nº 10.711/2003, que institui o Sistema Nacional de Sementes e Mudas (SNSM). Essa legislação estabelece normas para produção, certificação e comercialização de sementes, exigindo registro no Registro Nacional de Sementes e Mudas (RENASEM), com o objetivo de assegurar a qualidade genética, física, fisiológica e fitossanitária do material propagativo (ARAÚJO, 2012).

No caso da malva (*U. lobata* L.), a produção de sementes constitui um componente estratégico para a sustentabilidade da cadeia produtiva, especialmente na região Amazônica, onde a cultura é tradicionalmente explorada para a produção de fibras (FREITAS et al., 2022). Entretanto, o manejo adotado, com colheita realizada antes do florescimento, impede que as plantas atinjam o estágio reprodutivo, inviabilizando a formação de sementes e limitando a autonomia produtiva dos sistemas locais (BENTES, 2015).

A inexistência de áreas destinadas à produção de sementes no estado do Amazonas intensifica essa problemática, tornando a região dependente do fornecimento de sementes provenientes de outros estados, especialmente do Pará. Essa dependência gera vulnerabilidades, incluindo atrasos no abastecimento e inconsistências na qualidade das sementes. Além disso, observa-se a ocorrência de práticas informais de obtenção de sementes, nas quais agricultores coletam material oriundo do crescimento espontâneo da cultura e o comercializam posteriormente (BENTES, 2015), sem atender às exigências legais de certificação e problemas fitossanitários.

Diante desse cenário, torna-se evidente que os avanços na caracterização morfoagronômica, fenológica e no entendimento do crescimento vegetal devem ser diretamente incorporados aos sistemas de produção de sementes. A identificação de genótipos com melhor desempenho agrônomico, maior estabilidade e adequada expressão reprodutiva é fundamental para a implantação de campos de produção de sementes tecnicamente orientados e capazes de atender às exigências de qualidade do setor produtivo.

Assim, o fortalecimento da cadeia produtiva da malva depende da integração entre conhecimento científico e práticas produtivas, envolvendo a implementação de políticas públicas, o incentivo à pesquisa e a adoção de padrões técnicos que assegurem a qualidade das sementes. Essa abordagem é essencial para reduzir a dependência externa, aumentar a eficiência do sistema produtivo e promover a sustentabilidade da cultura a longo prazo.

#### 2.4 Produção de fibras de malva no Amazonas

A malva (*U. lobata* L.) é a principal cultura agrícola voltada à produção de fibras naturais no estado do Amazonas, representando uma das mais importantes fontes de renda para as comunidades ribeirinhas que habitam as planícies de várzea ao longo das calhas dos rios Solimões e Amazonas (BENTES, 2015). A atividade é conduzida predominantemente em regime de agricultura familiar, em áreas entre um e quatro hectares, envolvendo cerca de 1.500 produtores ativos no estado (CIEAM, 2021). Segundo o IBGE (2023), a produtividade média da fibra de malva no estado do Amazonas foi de 1.553 kg ha<sup>-1</sup>. Contudo, produtores que cultivam a espécie nas várzeas dos rios Solimões e Amazonas relatam rendimentos superiores, situados entre 3.000 e 3.500 kg ha<sup>-1</sup>, o que evidencia uma expressiva diferença entre os dados oficiais e o desempenho produtivo observado nas condições reais de cultivo ribeirinho (CRUZ, 2025).

O sistema produtivo da malva encontra-se fortemente condicionado à dinâmica do pulso de inundação dos grandes rios amazônicos, fenômeno que regula os períodos de enchente, cheia, vazante e seca ao longo do ano (BITTENCOURT; AMADIO, 2007). As áreas de cultivo localizam-se predominantemente em solos aluviais recentemente depositados pelas águas dos rios, caracterizados por elevada fertilidade natural, boa disponibilidade de nutrientes e renovação periódica da matéria orgânica. Essas condições reduzem a necessidade de insumos agrícolas e contribuem para a sustentabilidade econômica do sistema produtivo (TEIXEIRA et al., 2019).

A semeadura é realizada durante a fase de vazante, quando os solos expostos apresentam níveis adequados de umidade para a germinação e o estabelecimento inicial das plantas. O

crescimento vegetativo ocorre ao longo da estação seca, período de maior disponibilidade de radiação solar e menor interferência do regime de inundação. A colheita, por sua vez, é efetuada no início da enchente, antes que a elevação do nível dos rios provoque o alagamento das áreas cultivadas (FREITAS et al., 2022). Dessa forma, a duração do ciclo da cultura deve estar rigorosamente sincronizada com o calendário hidrológico regional.

Essa estreita dependência das condições ambientais torna a malva particularmente sensível às variações interanuais do regime de cheias. Nos últimos anos, eventos hidrológicos extremos, caracterizados por secas severas e enchentes antecipadas ou excepcionalmente intensas, têm alterado a previsibilidade do calendário agrícola das várzeas amazônicas. Tais alterações estão associadas tanto à variabilidade climática natural quanto aos efeitos das mudanças climáticas globais, aumentando os riscos de perdas produtivas decorrentes do alagamento precoce das lavouras ou da redução do período disponível para o desenvolvimento das plantas (FURTAK; WOLIŃSKA, 2023).

Nesse contexto, torna-se fundamental a identificação e seleção de genótipos que apresentem características potenciais para produção de fibras, adaptação às condições edafoclimáticas da Amazônia e ciclos fenológicos compatíveis com a dinâmica hidrológica regional. O conhecimento da variabilidade genética existente entre acessos de malva constitui uma ferramenta essencial para programas de conservação, melhoramento genético e desenvolvimento de cultivares mais adaptadas às condições de cultivo das várzeas amazônicas, contribuindo para a sustentabilidade e o fortalecimento da cadeia produtiva da fibra no estado do Amazonas.

## 2.5 Potencial forrageiro de *Urena lobata* L.: bases fisiológicas, valor nutricional e manejo

O desempenho de espécies forrageiras em sistemas produtivos está diretamente relacionado à interação entre processos fisiológicos, estado nutricional e práticas de manejo adotadas. Nesse contexto, a fotossíntese destaca-se como o principal processo responsável pela produção de biomassa vegetal, sendo influenciada por fatores internos e externos. A avaliação de parâmetros associados à fluorescência da clorofila a, como a eficiência quântica máxima do fotossistema II ( $F_v/F_m$ ), permite estimar o estado funcional do aparato fotossintético, sendo amplamente utilizada como indicador de estresse fisiológico (BRESSON et al., 2015; TOMAŠKINOVÁ et al., 2025). Valores estáveis desses parâmetros indicam bom funcionamento do sistema fotossintético, enquanto alterações podem refletir limitações ambientais ou metabólicas (BASLAM, et al., 2020).

O índice de clorofila relativo constitui uma ferramenta prática para estimar o teor de clorofila nas folhas e, indiretamente, o estado nutricional das plantas, especialmente em relação ao nitrogênio, elemento essencial na síntese de compostos orgânicos fundamentais ao crescimento vegetal. Sua disponibilidade influencia diretamente a taxa fotossintética, o acúmulo de biomassa e, conseqüentemente, o potencial produtivo da cultura (KULIG et al., 2024).

Durante o desenvolvimento vegetal, ocorre frequentemente a redução da concentração de nutrientes nos tecidos em função do aumento da biomassa, fenômeno conhecido como efeito de diluição. Esse processo possui implicações diretas na qualidade nutricional das plantas, especialmente quando destinadas à alimentação animal, uma vez que o equilíbrio entre produção de matéria seca e valor nutritivo é determinante para o desempenho zootécnico (LEMAIRE; BELANGER, 2019).

Além disso, as plantas apresentam respostas bioquímicas adaptativas, como o acúmulo de prolina, que atua na regulação osmótica e na proteção celular em condições de estresse. Essas respostas podem ser influenciadas por fatores ambientais e por práticas de manejo, como o corte, afetando tanto o crescimento quanto a qualidade da forragem produzida (MORALES et al., 2020).

A avaliação bromatológica torna-se, portanto, essencial para determinar o potencial forrageiro das espécies vegetais. Parâmetros como teor de matéria seca, proteína bruta e frações fibrosas influenciam diretamente o consumo, a digestibilidade e o desempenho animal. Em geral, plantas em estádios iniciais de desenvolvimento apresentam maior teor proteico e melhor qualidade nutricional, enquanto plantas mais maduras acumulam maior biomassa, porém com aumento da fração fibrosa e redução do valor nutritivo (LEMAIRE; BELANGER, 2019).

Nesse contexto, o manejo de corte assume papel central na definição do equilíbrio entre quantidade e qualidade da forragem. Cortes precoces favorecem maior valor nutritivo, enquanto cortes tardios aumentam a produtividade de biomassa. Essa relação caracteriza uma troca entre produção e qualidade, exigindo estratégias de manejo ajustadas aos objetivos do sistema produtivo (ZHANG et al., 2023).

Inserida nesse contexto, a malva (*U. lobata* L.) apresenta elevado potencial para utilização na alimentação animal, especialmente em sistemas agropecuários de base familiar e em regiões com limitações de insumos. Sua adaptabilidade às condições edafoclimáticas da região Amazônica, aliada ao baixo custo de cultivo, a torna uma alternativa viável para suplementação alimentar, sobretudo em períodos de escassez de forragem.

Do ponto de vista nutricional, a espécie destaca-se por apresentar teores relevantes de proteínas, lipídios e fibras, além de minerais essenciais como cálcio e fósforo, fundamentais para o metabolismo animal (AHAMEFULE et al., 2006; BABU et al., 2016). As fibras presentes contribuem para o adequado funcionamento do sistema digestivo de ruminantes, favorecendo a fermentação ruminal e a eficiência na utilização dos nutrientes (CHEN et al., 2022).

Estudos bromatológicos reforçam esse potencial, indicando que *U. lobata* L. pode ser utilizada como forragem para diferentes espécies animais, incluindo caprinos, ovinos e bovinos (SILVA et al., 2020). Além disso, sua aplicação não se restringe a ruminantes, havendo evidências de que sua inclusão na dieta de suínos pode melhorar a qualidade da carne, reduzindo teores de gordura e colesterol, sem comprometer o desempenho produtivo (OANH et al., 2021). A composição nutricional das folhas, reforça sua viabilidade como recurso alimentar alternativo (SHABA et al., 2017).

A utilização de espécies com bom valor nutritivo e elevada produtividade é estratégica, especialmente considerando que os custos com alimentação podem representar até 70% do custo total da produção animal (MEDEIROS et al., 2015; TAVARES, 2023). Nesse cenário, a malva se destaca como uma alternativa sustentável e economicamente viável.

Dessa forma, o aproveitamento eficiente de *U. lobata* L. como forragem depende da integração entre o conhecimento dos processos fisiológicos, da dinâmica nutricional e da adoção de práticas adequadas de manejo, especialmente no que se refere à definição do momento ideal de corte. Essa abordagem permite maximizar simultaneamente a produção de biomassa e a qualidade nutricional, contribuindo para sistemas produtivos mais eficientes e sustentáveis.

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHAMEFULE, F.O.; OBUA, B.E.; IBEAWUCHI, J.A.; UDOSEN, N.R. The Nutritive Value of Some Plants Browsed by Cattle in Umudike, Southeastern Nigeria. *Pakistan Journal of Nutrition*, v. 5, n. 5, p. 404–409, 15 ago. 2006.

ARAÚJO, K. S. Avaliação de políticas setoriais para a cadeia produtiva de juta e malva no estado do Amazonas, Manaus. 2012. 112 p. Dissertação Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia – PPG-CASA, Universidade Federal do Amazonas, 2012.

AUSTIN, D. F. Caesar's weed (*Urena lobata*): An invasive exotic or a Florida native. *Wildland Weeds*, v. 3, n. 1, p. 13-16, 1999.

BABU, S. S.; MADHURI, D. B.; ALI, S. L. A pharmacological review of *Urena lobata* plant. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, v. 9, n. 2, p. 20–22, 2016.

BAYER, C.; FAY, M.F.; BRUIJN, A.Y.; SAVOLAINEN, V.; MORTON, C.M.; KUBITZKI, K.; ALVERSON, W.S. E CHASE, M.W. Support for an expanded family concept of Malvaceae within recircumscribed order Malvales: a combined 93 analysis of plastid *atpB* and *rbcL* DNA sequences. *Bot. J. Linn. Soc.* 129 (4): 267-303, 1999.

BENTES, J. G. Influência do espaçamento na produtividade de sementes de malva (*Urena lobata* L.) em terra firme no Amazonas. 2015. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2015.

BITTENCOURT, M. M; AMADIO, S. A. Proposta para identificação rápida dos períodos hidrológicos em áreas de várzea do rio Solimões-Amazonas nas proximidades de Manaus. *Acta amazonica*, v. 37, n. 2, p. 303-308, 2007.

BOVINI, M.G. Malvaceae s.str. na Reserva Rio das Pedras, Mangaratiba, Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia*, v.61, n.2, p. 289-301, 2010. Disponível em: <http://rodriguesia.jbrj.gov.br>. Acesso em: 30 jul. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília, DF: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 365p.

CALIXTO JUNIOR, M.; JOBIM, C. C.; OSMARI, M. P.; TRES, T. T. Nutritional additives in high moisture corn silage. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, vol. 12, núm. 1, 2017.

CASTRO, A. P. Análise sistêmica da cultura de malva: Um estudo comparativo nas comunidades Nossa Senhora das Graças e Monte Sião no município de Manacapuru. 2015. 117p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia), Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2015.

CHEN, X., YAN, F., LIU, T., ZHANG, Y., LI, X., WANG, M., ... & WU, S. (2022). Ruminant microbiota determines the high-fiber utilization of ruminants: evidence from the ruminal microbiota transplant. *Microbiology spectrum*, 10(4), e00446-22.

CONAB. Mercado da juta e malva: outubro de 2023. Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/>. Acesso em: 18 jun. 2024.

COSTA, T. S.; SILVA, A. V. C.; LÉDO, A. S.; SANTOS, A. R. F.; SILVA JÚNIOR, J. F. Diversidade genética de acessos de banco de germoplasma de mangaba em Sergipe. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.46 n.5. Brasília. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000500007>

CRUZ, J. F. Manejo agrônômico da malva (*Urena lobata* L.) para produção de fibra no estado do Amazonas. 2025. 99 p. Tese (Doutorado em Agronomia Tropical na Área de Concentração em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias – FCA, Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Manaus, 2025.

FAGBOHUN, E. D.; ASARE, R. R.; EGBEBI, A. O. Chemical composition and antimicrobial activities of *Urena lobata* L.(Malvaceae). *Journal of Medicinal Plants Research*, v. 6, n. 12, p. 2256-2260, 2012.

FREITAS, Í. B. D. C.; COSTA, A. L. V.; FERREIRA, C. C.; LOBATO, A. C. N.; SANTOS, S. D. S.; CASTRO, A. P. D. Fertilization With Laying Hen Manure and Economic Analysis in Caesar Weed (*Urena Lobata* L.) Seed Production in Amazonas, Brazil. *Journal of Agricultural Science*, v. 14, n. 9, p. 71, 2022. Disponível em: <<https://ccsenet.org/journal/index.php/jas/article/view/0/47617>>. Acesso em: 3 jun. 2026.

FURTAK, K.; WOLIŃSKA, A. The impact of extreme weather events as consequence of climate change on the soil moisture and on the quality of the soil environment and agriculture—A review. *Catena*, v. 231, p. 107378, 2023.

GAO, XIAO-LING et al. Descoberta de uma potente saponina triterpenoide anti-levedura, clematosídeo-S de *Urena lobata* L. *International journal of molecular sciences*, v. 16, n. 3, p. 4731-4743, 2015.

GOMES, L. M. Avaliação da coleção de germoplasma de malva ex situ em área de terra firme para produção de sementes no Amazonas. 2017. 67f. Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical), Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.

HOMMA, A. K. O. A civilização da juta na Amazônia – expansão e declínio. In: Homma, A.K.O. (Ed.). *Amazônia: meio Ambiente e desenvolvimento agrícola*. Brasília: Embrapa-SPI, p. 33-6, 1998.

HOMMA, A. K. O. Acultura de juta e / ou de malva: sementes de uma nova racionalidade ambiental para a Amazônia? In: WITKOSKI, A.C.; FERREIRA, A.S.; FRAXE, T.J.P. (Orgs.). *A cultura da juta e malva na Amazônia: Sementes de uma nova racionalidade ambiental?* 1. ed. São Paulo: Annablume, 2010. 318p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola municipal 2023. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>>. Acesso em: 10 abr. 2026.

IDAM - Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas; Relatório de acompanhamento trimestral da Cultura da Malva - Safra: 2014/2015. Manaus, 2015.

IPGRI – International Plant Genetic Resources Institute. Descriptors for banana (*Musa* spp.). Roma: IPGRI, 1996, 55 p.

ISLAM, M.; UDDIN, M. A Revision on *Urena lobata* L. *International Journal of Medicine*, v. 5, n. 1, p. 126–131, 2017.

JOLY, A. B. Botânica – introdução à taxonomia vegetal. São Paulo: Companhia Ed. Nacional/Edusp. 1966.

MACIEL, A.C. Tendências do cultivo da malva (*Urena lobata* L.) por agricultores familiares em Manacapuru. 2015, 110 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2015.

MACIEL, C. M.; FRAXE, T. J. P.; CASTRO, A. P. Agricultura familiar e o cultivo da malva na Amazônia. *Scientia Naturalis*, v.1, n.5, p.92-107, 2019. Disponível em: <http://revistas.ufac.br/revista/index.php/SciNat>

MEDEIROS, C. M.; FRAXE, T. J. P. Agroecologia, Extensão Rural e Sustentabilidade na Amazônia. Editora da Universidade do Amazonas – EDUA. 2008.

MEDEIROS, F. F.; SILVA, A. M. A.; CARNEIRO, H.; ARAÚJO, D. R. C.; MORAIS, R. K. O.; MOREIRA, M. N.; BEZERRA, L. R. Fontes proteicas alternativas oriundas da cadeia produtiva do biodiesel para alimentação de ruminantes. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. v. 67, n.2, p. 519-526, 2015.

MENNINGER, E. A. Edible nuts of the world. Stuart: Horticultural Book, 1977. 175p

OANH, N.; HUYEN, N.; DANG, P.; TON, V.; HORNICK, J.-L. Growth Performance, Carcass Traits, Meat Quality and Composition in Pigs Fed Diets Supplemented with Medicinal Plants (*Bindens Pilosa* L., *Urena lobata* L. and *Ramulus Cinnamomi*) Powder. *Journal of Animal and Feed Sciences*, v. 30, n. 4, p. 350–359, 6 dez. 2021.

POWO, 2019. Plantas do mundo online. Facilitado pelo Royal Botanic Gardens, Kew. <https://powo.science.kew.org/>, acessado em 23 de junho de 2022.

RAVI, R; KRISHANU, S. A Details Study on *Cynodon dactylon*. *World Journal of Advanced Pharmaceutical and Medical Research*, v. 5, n. 2, p. 030–038, 2023.

REVILLA, J. Plantas Úteis da Bacia Amazônica. Volume II de N a Z. Manaus: Sebrae Am/Inpa, 2002.

SHABA, E. Y.; MATHEW, T. J.; OTORI, A. A.; TSADO, A. N.; MUSTAPHA, S.; NAJEEBWALI, I. NUTRITIONAL ASSESSMENT OF *Urena lobata* LEAVES. *FUW Trends in Science & Technology Journal*, v. 2, n. 1, p. 220–222, 2017.

SILVA, J. C. DE S.; CAETANO, L. C.; SANTOS, N. S.; ALMEIDA, R. S.; OLIVEIRA, A. R. N.; SANTOS, S. D.; SANTOS, F. I. R.; PEREIRA, W. S. Análise bromatológica de forragens

em São José da Tapera/AL. Revista Gl. Sci. Technol., Rio Verde, v. 13, n. 2, p. 47-53, mai./ago. 2020. Disponível em: <https://proceedings.science/zootec/papers/analise-bromatologica-de-plantas-da-caatinga-com-potencial-forrageiro-para-bovinos-de-leite>. Acesso em: 23 fev. 2024.

SILVA, J. MALVA, Informações básicas para seu cultivo. 1. ed. Belém, EMBRAPA.UEPAE de Belém, 1989.

SOUZA, H. H. AMBIENTE E SOCIEDADE: A cadeia produtiva da malva (*Urena lobata* L.) no médio Solimões: uma alternativa sustentável? Manaus 2012. 108 p. Dissertação Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia – PPG-CASA, Universidade Federal do Amazonas, 2012.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 639p, 2005.

TAVARES, A. B. R. Efeitos da inclusão de Spirulina com adição de enzimas ou extrudida na alimentação de frangos de carne. 2023. Tese de Doutorado. Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, 2023.

TEIXEIRA, W. G., LIMA, H. N., PINTO, W. H. A., SOUZA, K. W. D. S., SHINZATO, E., & SCHROTH, G. O manejo do solo nas várzeas da Amazônia. In: BERTOL, M. I. C.; SOUZA, L. S. Manejo e conservação do solo e da água. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; 2019.

VICENTE, M. C. et. al. Genetic Characterization and its use in decision making for the conservation of crop germplasm. In: FAO. The Role of Biotechnology, 2005. Turin. Proceedings. Turin, p. 121-128, 2005.

WANG, J.; FERREL, J.; MCDONALD, G.; SELLERS, B. Factors affecting seed germination of Cadillo (*Urena lobata*). Weed Science, v. 57, p. 31-35, 2009. <http://dx.doi.org/10.1614/WS-08-092.1>

CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA DE ACESSOS DE  
MALVA (*Urena lobata* L.)

## Resumo

A caracterização de acessos vegetais constitui etapa fundamental para a conservação e o melhoramento genético de espécies de interesse agrônomo, especialmente em culturas pouco estudadas como a malva (*Urena lobata* L.). Objetivou-se realizar a caracterização morfoagronômica, fenológica e produtiva de cinco acessos de malva (ANÃ, ANR, CAA, IRN e MAC), coletados em municípios produtores do estado do Amazonas. Foram avaliados descritores morfológicos qualitativos e quantitativos, fases fenológicas e componentes de produção de sementes. Observou-se elevada uniformidade para a maioria dos descritores qualitativos, indicando reduzida variabilidade fenotípica para estes descritores avaliados, com diferenciação apenas para densidade de folhagem e ramificações. Em contrapartida, os caracteres quantitativos evidenciaram variabilidade significativa entre os acessos, com destaque para altura de planta, diâmetro do caule, comprimento de copa e atributos reprodutivos. A fenologia apresentou padrão conservado na fase vegetativa e maior variabilidade na fase reprodutiva, resultando em diferenças no ciclo total, variando de 210 a 272 dias. O acesso IRN destacou-se pela precocidade e maior vigor vegetativo, enquanto CAA e MAC apresentaram ciclos mais longos. Para os componentes produtivos, verificaram-se diferenças no peso de sementes e produtividade, indicando distintos padrões de alocação de assimilados. De forma integrada, os resultados evidenciam a existência de variabilidade genética relevante entre os acessos, com potencial para subsidiar programas de melhoramento genético da espécie e estratégias de manejo adaptadas às condições edafoclimáticas da Amazônia. Por fim, sugere-se a realização de estudos moleculares complementares, capazes de aprofundar e validar as informações obtidas neste trabalho.

Palavras-chave: fenologia; morfoagronomia; produção de sementes; recursos genéticos.

### Abstract

The characterization of plant accessions is a fundamental step for the conservation and genetic improvement of agronomically important species, especially in underexplored crops such as mallow (*Urena lobata* L.). This study aimed to perform the morphoagronomic, phenological, and productive characterization of five mallow accessions (ANÃ, ANR, CAA, IRN, and MAC) collected from producing municipalities in the state of Amazonas, Brazil. Qualitative and quantitative morphological descriptors, phenological stages, and seed production components were evaluated. High uniformity was observed for most qualitative descriptors, indicating low phenotypic variability for these traits, with differences detected only in foliage density and branching. In contrast, the quantitative traits revealed significant variability among the accessions, particularly for plant height, stem diameter, canopy length, and reproductive attributes. Phenological development followed a conserved pattern during the vegetative phase but exhibited greater variability during the reproductive phase, resulting in differences in the total crop cycle, which ranged from 210 to 272 days. The IRN accession stood out for its earlier maturity and greater vegetative vigor, whereas CAA and MAC exhibited longer crop cycles. Significant differences were also observed in seed weight and productivity, indicating distinct patterns of assimilate allocation among the accessions. Overall, the results demonstrate the existence of substantial genetic variability among the evaluated accessions, highlighting their potential to support genetic improvement programs and the development of management strategies adapted to the edaphoclimatic conditions of the Amazon. Finally, complementary molecular studies are recommended to further investigate and validate the findings obtained in this research.

**Keywords:** phenology; morphoagronomic traits; seed yield; genetic resources.

## 1 INTRODUÇÃO

A variabilidade genética existente dentro das espécies vegetais constitui um dos principais recursos para a conservação e melhoramento de plantas de interesse econômico. Nesse contexto, a caracterização de germoplasma desempenha papel fundamental na identificação, descrição e diferenciação de materiais genéticos, permitindo o conhecimento da diversidade disponível e subsidiando estratégias de manejo e seleção de genótipos superiores (SALGOTRA; CHAUHAN, 2023).

Dentre as abordagens utilizadas, a caracterização morfológica destaca-se como uma das metodologias mais tradicionais e amplamente empregadas. Essa técnica baseia-se na avaliação de descritores botânicos qualitativos e quantitativos, relacionados a estruturas vegetativas e reprodutivas, como caule, folhas, flores, frutos e sementes, os quais permitem identificar diferenças fenotípicas entre acessos (GOMES et al., 2019). Esses descritores, geralmente herdáveis e de fácil observação e mensuração, possibilitam a padronização das avaliações e a comparação entre diferentes materiais genéticos.

A utilização de descritores morfoagronômicos tem sido amplamente aplicada em estudos de caracterização e divergência genética, tanto em espécies cultivadas quanto nativas, contribuindo para a organização de coleções de germoplasma e para a identificação de materiais promissores em programas de melhoramento. A avaliação de características relacionadas ao porte da planta, arquitetura do dossel, forma e dimensões foliares, características reprodutivas e atributos de frutos e sementes fornece informações relevantes sobre o padrão agrônomo e o potencial produtivo.

De forma complementar, a análise fenológica permite compreender a dinâmica de desenvolvimento das plantas ao longo de seu ciclo de vida. A fenologia vegetal envolve o estudo da ocorrência temporal de eventos como germinação, crescimento vegetativo, emissão de ramos, florescimento, frutificação e maturação. O acompanhamento desses estádios é essencial para a compreensão da adaptação das espécies às condições ambientais, além de fornecer subsídios para o planejamento de práticas de manejo, colheita e produção de sementes (FU et al., 2020).

As características morfológicas e fenológicas estão diretamente relacionadas ao desempenho funcional das plantas, influenciando processos fisiológicos e ecológicos importantes, como interceptação de radiação solar, eficiência das trocas gasosas, capacidade competitiva por recursos, arquitetura do dossel e resistência a estresses bióticos e abióticos (NOSHITA et al., 2022).

No contexto amazônico, espécies fibrosas de ocorrência espontânea ou cultivadas apresentam elevada importância socioeconômica, especialmente em sistemas de produção tradicionais. Entre essas espécies, destaca-se a malva (*U. lobata* L.), pertencente à família Malvaceae, amplamente utilizada na produção de fibras naturais destinadas à fabricação de cordas, sacarias e outros produtos industriais. Apesar de sua relevância regional, ainda são limitadas as informações científicas acerca da variabilidade fenotípica, dos estádios de desenvolvimento e da produção de sementes entre diferentes acessos da espécie. A geração dessas informações é essencial para subsidiar a conservação de recursos genéticos, a seleção de materiais promissores e o fortalecimento da cadeia produtiva da fibra na região amazônica.

Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivo realizar a caracterização morfoagronômica, fenológica e da produção de sementes de acessos de malva (*U. lobata* L.) coletados em municípios produtores do estado do Amazonas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas-FAEXP/UFAM, localizada na BR 174, Km 922. O solo da área é caracterizado como Latossolo Amarelo distrófico, cujas propriedades químicas na camada de 0-20 cm foram pH (CaCl<sub>2</sub>) = 4,50; matéria orgânica (MO) = 2,40 dag kg<sup>-1</sup>; P-Mehlich = 5,00 mg dm<sup>-3</sup>; K = 17,00 mg dm<sup>-3</sup>; Ca = 2,18 cmolc dm<sup>-3</sup>; Mg = 0,50 cmolc dm<sup>-3</sup>; Al = 0,20 cmolc dm<sup>-3</sup>; H + Al = 6,38 cmolc dm<sup>-3</sup>; saturação por base = 30,23%; argila = 687 g kg<sup>-1</sup>. O clima da região é definido como tropical úmido segundo a classificação de Köppen, com precipitação média anual em torno de 2362 mm (MARQUES FILHO et al., 1981).

### 2.2 Coleta dos acessos de malva

As coletas foram realizadas no período de agosto a outubro de 2022 e ocorreu nos municípios que compõem o Centro de Produção de Fibra de Malva no Estado do Amazonas (IDAM, 2015), sendo eles: Anamã, Anori, Caapiranga, Iranduba e Manacapuru. Para cada local, os pontos de coleta foram georreferenciados (Quadro 1).

Quadro 1 . Dados de localização dos acessos em cinco municípios do Estado do Amazonas, Manaus – AM, 2026

| Acessos | Coordenadas Geográficas |               | Procedência     |
|---------|-------------------------|---------------|-----------------|
|         | Latitude                | Longitude     |                 |
| ANÃ     | 03°32'03.98"S           | 61°36'58.17"W | Anamã – AM      |
| ANR     | 03°43'27.07"S           | 61°39'29.09"W | Anori – AM      |
| CAA     | 03°16'23.11"S           | 60°14'32.95"W | Caapiranga-AM   |
| IRN     | 03°14'02.54"S           | 60°12'12.59"W | Irاندوبا – AM   |
| MAC     | 03°48'05.24"S           | 60°33'16.42"W | Manacapuru – AM |

Acessos: ANÃ – Anamã; ANR – Anori; CAA – Caapiranga; IRN – Irاندوبا; MAC – Manacapuru.

### 2.3 Delineamento experimental e Tratamentos

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos (T1: ANÃ, T2: ANR, T3: CAA, T4: IRN e T5: MAC) e seis repetições, totalizando 30 unidades experimentais.

### 2.4 Preparo dos tubetes e semeadura

Foram preparados 150 tubetes de polietileno preto com capacidade de 290 ml, onde cada tratamento foi constituído por 30 tubetes, sendo 06 tubetes correspondente ao excedente. Os tubetes foram preenchidos com solo da Fazenda experimental, o qual foi destorroado e peneirado, posteriormente, misturado com esterco de aves.

O beneficiamento das sementes consistiu na retirada dos frutos (carrapicho) por meio de batidura com auxílio de um pilão, seguida de peneiramento para seleção das sementes (GOMES, 2017). Antes da semeadura, as sementes foram submetidas ao processo de quebra de dormência em água a 80 °C pelo período de 2 minutos e, em seguida, postas para secar em ambiente protegido, seguindo as Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009). Após esse procedimento, as sementes foram semeadas, colocando-se 3 sementes em cada tubete, onde permaneceram por 21 dias após a semeadura.

### 2.5 Preparo da área experimental

Foi realizada limpeza, aração e gradagem da área experimental. Em seguida, a área foi demarcada em cinco áreas equidistantes de 6 m de largura por 16 m de comprimento, perfazendo uma área total de 96 m<sup>2</sup>. As áreas foram compostas de 3 fileiras contendo 8 plantas, cujo espaçamento de 2,0 m entre fileiras e entre plantas, perfazendo uma área com 24 plantas. As fileiras externas, bem como a extremidade das fileiras centrais, corresponderam ao efeito bordadura (BENTES et al, 2017), tendo como área útil para avaliação as plantas centrais.

## 2.6 Adubação mineral e transplântio

Foi realizada adubação mineral conforme descrito no Comunicado Técnico da EMBRAPA (DIAS; XAVIER; BARRETO, 2008), com aplicação de 40 Kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 80 Kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, utilizando como fontes de nutrientes o sulfato de amônio, superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. No transplântio, que ocorreu quando as plantas atingiram duas semanas após germinação, foi aplicado todo o fósforo e metade do potássio (40 Kg ha<sup>-1</sup>), os fertilizantes foram aplicados a 4 cm abaixo e 3 cm ao lado das plântulas. O restante, por sua vez, foi aplicado em cobertura, quando realizado o desbaste.

## 2.7 Tratos culturais

Aos 30 DAE (Dias Após Emergência) foi realizado desbaste deixando-se uma planta por cova (DIAS; XAVIER; BARRETO, 2008). Concomitante ao desbaste, foi realizada a capina eliminando-se as plantas espontâneas. Aos 45 DAE foi realizada a capação que consistiu no corte do broto terminal das plantas à altura de 80 cm. Ao longo do experimento em campo foi feito o monitoramento de pragas e doenças, de modo a evitar limitações para a cultura.

## 2.8 Parâmetros avaliativos

### 2.8.1 Descrição morfoagronômica dos acessos de malva

Foram utilizados descritores para malva conforme Gomes et al. (2019). Os acessos foram caracterizados quanto à planta, folha, flores, frutos e sementes conforme descrito na tabela 1.

Tabela 1 Descritores morfo-agronômicos qualitativos e quantitativos de acessos de malva cultivados em ecossistema de terra firme, Manaus – Amazonas, 2026

| Descritores               | Classificação                     |
|---------------------------|-----------------------------------|
| PLANTA                    |                                   |
| Forma                     | Arredondada                       |
|                           | Cônica                            |
| Hábito de crescimento     | Ereto                             |
|                           | Prostrado                         |
| Altura                    | Baixa - ≤ a 2,27 m                |
|                           | Média - 2,28 a 3,14 m             |
|                           | Alta - ≥ a 3,15 m                 |
| Diâmetro do caule         | Menor - ≤ a 7,51 cm               |
|                           | Médio - 7,52 a 8,15 cm            |
|                           | Maior - ≥ 8,16 cm                 |
| Comprimento de copa       | entre linhas e entre plantas (cm) |
| Densidade de folhagem     | Densa                             |
|                           | Esparsa                           |
| Densidade de ramificações | Densa                             |
|                           | Esparsa                           |

|                          |                             |
|--------------------------|-----------------------------|
| Pilosidade               | Glabra                      |
| Cor da corola            | Pilosa                      |
| Cor da corola            | Verde                       |
| Cor da corola            | Avermelhada                 |
| FOLHA                    |                             |
| Forma                    | Lobada                      |
| Comprimento              | Curto - $\leq$ a 8,89 cm    |
|                          | Médio - 8,90 a 11,02 cm     |
|                          | Longo - $\geq$ a 11,03 cm   |
| Largura                  | Estreita - $\leq$ a 7,67 cm |
|                          | Média - 7,68 a 9,92 cm      |
|                          | Longo - $\geq$ a 9,93 cm    |
| Comprimento do pecíolo   | Curto - $\leq$ a 6,97 cm    |
|                          | Médio - 6,98 a 10,44 cm     |
|                          | Longo - $\geq$ a 10,45 cm   |
| Número de lobos          | Três                        |
|                          | Cinco                       |
| Cor                      | Verde escuro                |
| Presença de nectários    | Nervura central             |
|                          | Nervura central + laterais  |
| FLOR                     |                             |
| Ciclo até florescimento  | Precoce - $<$ que 120 dias  |
|                          | Médio - 120 a 150 dias      |
|                          | Tardio - $>$ que 150 dias   |
| Cor da corola            | Rosa                        |
| Mancha das pétalas       |                             |
| Comprimento das pétalas  | Curto - $\leq$ a 1,59 cm    |
|                          | Médio - 1,60 a 1,71 cm      |
|                          | Longo - $\geq$ a 1,72 cm    |
| Largura das pétalas      | Estreita - $\leq$ a 0,76 cm |
|                          | Média - 0,77 a 0,89 cm      |
|                          | Longo - $\geq$ a 0,90 cm    |
| Comprimento das brácteas | Curto - $\leq$ a 6,12 cm    |
|                          | Médio - 6,13 a 6,57 cm      |
|                          | Longo - $>$ a 6,58 cm       |
| Largura das brácteas     | Estreita - $\leq$ a 1,48 cm |
|                          | Média - 1,49 a 1,78 cm      |
|                          | Longo - $\geq$ a 1,79 cm    |
| FRUTO                    |                             |
| Ciclo até a colheita     | Precoce - $<$ que 210       |
|                          | Médio - 210 a 240           |
|                          | Tardio - $>$ que 240        |
| Formato                  | Globoso                     |
| Número de lojas          | Três lojas                  |
|                          | Cinco lojas                 |
| Cor                      | Castanho                    |
| Diâmetro                 | Pequeno - $\leq$ a 7,53 mm  |
|                          | Médio - 7,54 a 7,74 mm      |
|                          | Grande - $\geq$ a 7,75 mm   |
| Comprimento do pedúnculo | Curto - $\leq$ a 3,85 mm    |
|                          | Médio - 3,86 a 4,30 mm      |
|                          | Longo - $>$ a 4,31 mm       |
| SEMENTE                  |                             |
| Superfície               | Lisa                        |
|                          | Rugosa                      |
| Cor                      | Castanho claro              |
| Forma                    | Obovada                     |
| Comprimento              | Curto - $\leq$ a 3,78 mm    |

|                    |                             |
|--------------------|-----------------------------|
|                    | Médio - 3,79 a 4,26 mm      |
|                    | Longo - $\geq$ a 4,27 mm    |
| Largura            | Estreita - $\leq$ a 2,39 mm |
|                    | Média - 2,40 a 2,62 mm      |
|                    | Larga - $\geq$ a 2,63 mm    |
| Sementes por fruto | Quatro                      |
|                    | Cinco                       |

### 2.8.2 Caracterização fenológica de acessos de malva

Utilizou-se uma escala de notas para a identificação dos diferentes estádios fenológicos da planta. As observações iniciaram logo após a emergência das plântulas e prosseguiram até a maturação completa dos frutos, seguindo a metodologia descrita por Gomes et al. (2019). Essa abordagem permitiu o monitoramento dos principais eventos, como expansão foliar, formação nodal e a transição para fases reprodutivas.

Os estádios de desenvolvimento da planta de malva foram definidos da seguinte forma:

- a) Estádio 01: corresponde à emergência da plântula.
- b) Estádio 02: considerado quando ocorreu a expansão dos cotilédones.
- c) Estádio 03: determinado com o aparecimento do primeiro nó vegetativo.
- d) Estádio 04: determinado com o aparecimento segundo e terceiro nó vegetativo.
- e) Estádio 05: determinado com o aparecimento quarto nó vegetativo.
- f) Estádio 06: estabelecido com o surgimento dos ramos laterais.
- g) Estádio 07: estabelecido com o surgimento do primeiro ramo reprodutivo.
- h) Estádio 08: definido com o amadurecimento dos primeiros frutos.
- i) Estádio 09: determinado com a fase final da reprodução.

A duração de cada fase fenológica foi determinada pelo registro das datas de ocorrência de cada evento, com o objetivo de identificar os principais estádios de desenvolvimento da cultura.

### 2.8.3 Produção de sementes de malva (*Urena lobata* L.)

A colheita foi realizada quando, aproximadamente, 70% dos frutos atingiram o ponto de maturação. O procedimento foi conduzido manualmente, com o corte dos ramos das plantas úteis utilizando tesoura de poda. Todo o material coletado foi devidamente identificado e acondicionado em ambiente coberto e ventilado, permanecendo em secagem por cerca de 15 dias, até a completa queda das folhas. Após esse período, os frutos foram separados por parcela e submetidos a um triturador forrageiro adaptado para o processamento de sementes de malva.

Em seguida, realizou-se a limpeza em ventiladora manual, visando à separação das sementes dos resíduos das cápsulas (carrapicho) (COSTA, 2024).

Posteriormente, foram determinadas variáveis relacionadas ao rendimento das sementes. O peso de cem sementes foi obtido por meio da contagem de 100 unidades de sementes secas, pesadas em balança de precisão de 0,01 g, sendo os resultados expressos em gramas. O peso de mil sementes foi determinado a partir de dez subamostras de 100 sementes, cuja massa seca foi mensurada em balança com precisão de 0,001 g, conforme recomendações de Brasil (2009), com os resultados também expressos em gramas. Com base no peso de mil sementes, estimou-se o número de sementes por quilograma. Adicionalmente, foi determinada a produtividade de sementes, considerando-se a produção obtida por unidade experimental.

## 2.9 Análise estatística

Os dados quantitativos referentes às diferenças fenotípicas entre os acessos de malva foram inicialmente submetidos à avaliação dos pressupostos de normalidade, por meio do teste de Shapiro-Wilk (SHAPIRO; WILK, 1965), e de homogeneidade das variâncias, utilizando o teste de Levene (LEVENE, 1960). As variáveis que atenderam a esses pressupostos foram analisadas por meio de análise de variância (ANOVA). Quando o teste F indicou efeito significativo ( $p < 0,05$ ), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Todas as análises foram realizadas no software RStudio, com o pacote ExpDes (2020).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Descrição morfológica dos acessos de malva

Os acessos avaliados apresentaram elevada uniformidade para a maioria dos descritores morfológicos analisados, incluindo forma da planta, hábito de crescimento, pilosidade, coloração dos ramos, características foliares e atributos das sementes, não sendo observadas variações entre os materiais para esses caracteres. A única diferenciação registrada ocorreu quanto à densidade de folhagem e de ramificações, em que o acesso ANÃ apresentou padrão esparso, enquanto os acessos ANR, CAA, IRN e MAC foram classificados como densos, constituindo o único contraste morfológico observado entre os acessos, conforme tabela 2.

Tabela 2 Descritores morfológicos qualitativos de planta, folha e semente de acessos de malva cultivados em ecossistema de terra firme, Manaus – Amazonas, 2026

| Descritores                              | Classificação              | Acessos                 |
|------------------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Forma <sup>(1)</sup>                     | Arredondada                | ANÃ, ANR, CAA, IRN, MAC |
|                                          | Cônica                     | -                       |
| Hábito de crescimento <sup>(1)</sup>     | Ereto                      | ANÃ, ANR, CAA, IRN, MAC |
|                                          | Prostrado                  | -                       |
| Densidade de folhagem <sup>(1)</sup>     | Densa                      | ANR, CAA, IRN, MAC      |
|                                          | Esparsa                    | ANÃ                     |
| Densidade de ramificações <sup>(1)</sup> | Densa                      | ANR, CAA, IRN, MAC      |
|                                          | Esparsa                    | ANÃ                     |
| Pilosidade <sup>(1)</sup>                | Glabra                     | ANÃ                     |
|                                          | Pilosa                     | ANR, CAA, IRN, MAC      |
| Coloração dos ramos <sup>(1)</sup>       | Verde                      | ANR, CAA, IRN, MAC      |
|                                          | Avermelhada                | ANÃ, ANR, CAA, IRN, MAC |
| Forma <sup>(2)</sup>                     | Lobada                     | ANR, CAA, IRN, MAC      |
| Número de lobos <sup>(2)</sup>           | Três                       | ANR, CAA, IRN, MAC      |
|                                          | Cinco                      | ANÃ, ANR, CAA, IRN, MAC |
| Cor <sup>(2)</sup>                       | Verde escuro               | ANR, CAA, IRN, MAC      |
| Presença de nectários <sup>(2)</sup>     | Nervura central            | ANR, CAA, IRN, MAC      |
|                                          | Nervura central + laterais | ANR, CAA, IRN, MAC      |
| Superfície <sup>(3)</sup>                | Lisa                       | ANR, CAA, IRN, MAC      |
|                                          | Rugosa                     | ANR, CAA, IRN, MAC      |
| Cor <sup>(3)</sup>                       | Castanho claro             | ANR, CAA, IRN, MAC      |
| Forma <sup>(3)</sup>                     | Obovada                    | ANR, CAA, IRN, MAC      |
| Sementes por fruto <sup>(3)</sup>        | Quatro                     | ANR, CAA, IRN, MAC      |
|                                          | Cinco                      | ANÃ, ANR, CAA, IRN, MAC |

Descritores de Planta <sup>(1)</sup>, Folha <sup>(2)</sup> e Semente <sup>(3)</sup>. Acessos: ANÃ – Anamã; ANR – Anori; CAA – Caapiranga; IRN – Iranduba; MAC – Manacapuru.

A homogeneidade observada entre os acessos pode ser atribuída à limitada variabilidade genética de *U. lobata* L., uma vez que essas características tendem a ser conservadas e apresentam baixa plasticidade em resposta às variações ambientais. Por outro lado, as diferenças identificadas configuram importantes evidências de divergência fenotípica, visto que atributos como a densidade de folhas e ramos estão diretamente relacionados à eficiência fotossintética e, conseqüentemente, ao acúmulo de biomassa, podendo refletir em maior desempenho produtivo. Nesse sentido, estudos como o de Li et al. (2022) indicam que plantas

com maior densidade foliar apresentam maior interceptação da radiação solar e maior eficiência na assimilação de carbono, o que favorece o aumento da matéria seca acumulada e do potencial produtivo. Assim, tais atributos se destacam como indicadores relevantes na seleção de genótipos com maior aptidão produtiva, especialmente em sistemas voltados à produção de biomassa.

Na Tabela 3 são apresentadas as variações quantitativas observadas entre os acessos de malva cultivados em ecossistema de terra firme, evidenciando contrastes expressivos entre os materiais quanto aos atributos morfoagronômicos avaliados, ao mesmo tempo em que alguns parâmetros mantiveram comportamento uniforme, indicando diferentes níveis de variabilidade fenotípica entre os acessos.

As variações fenotípicas nas plantas, caracterizadas pelas diferenças observáveis relacionadas à forma, coloração, estrutura e desenvolvimento, resultam da interação entre o genótipo e as condições ambientais às quais a planta está submetida. Esses fatores influenciam processos fisiológicos e morfológicos, como diferenciação celular, indução floral e emissão de folhas e estolões, podendo contribuir de maneira positiva ou negativa para o desempenho produtivo das culturas (STRASSBURGER et al., 2010).

Tabela 3 Classificação morfológica de planta, folha e semente de acessos de malva cultivados em ecossistema de terra firme, Manaus – Amazonas, 2026

| Altura da planta (m)           | Classificação | Acessos                  |
|--------------------------------|---------------|--------------------------|
| ≤ a 2,27 m                     | Baixa         | CAA                      |
| 2,28 a 3,14 m                  | Média         | ANÃ, ANR e MAC           |
| ≥ a 3,15 m                     | Alta          | IRN                      |
| Diâmetro basal do caule (cm)   | Classificação | Acessos                  |
| ≤ a 7,51 cm                    | Menor         | ANÃ, ANR, CAA, IRN e MAC |
| 7,52 a 8,15 cm                 | Médio         | -                        |
| ≥ 8,16 cm                      | Maior         | -                        |
| Comprimento da folha (cm)      | Classificação | Acessos                  |
| ≤ a 8,89 cm                    | Curto         | -                        |
| 8,9 a 11,02 cm                 | Médio         | CAA e MAC                |
| ≥ a 11,03 cm                   | Longo         | ANÃ, ANR e IRN           |
| Largura da folha (cm)          | Classificação | Acessos                  |
| ≤ a 7,67 cm                    | Estreita      | -                        |
| 7,68 a 9,2 cm                  | Média         | -                        |
| ≥ 9,93 cm                      | Larga         | ANÃ, ANR, CAA, IRN e MAC |
| Comprimento do pecíolo (cm)    | Classificação | Acessos                  |
| ≤ a 6,97 cm                    | Curto         | -                        |
| 6,98 a 10,44 cm                | Médio         | ANÃ, CAA e MAC           |
| ≥ 10,45 cm                     | Longo         | ANR e IRN                |
| Ciclo até florescimento (dias) | Classificação | Acessos                  |
| < que 120                      | Precoce       | -                        |
| 120 a 150                      | Médio         | ANÃ, ANR, IRN            |

|                               |               |                          |
|-------------------------------|---------------|--------------------------|
| > que 150                     | Tardio        | CAA, MAC                 |
| Comprimento das pétalas (cm)  | Classificação | Acessos                  |
| ≤ a 1,59 cm                   | Curto         | ANÃ, ANR e IRN           |
| 1,60 a 1,71 cm                | Médio         | -                        |
| ≥ 1,72 cm                     | Longo         | CAA e MAC                |
| Largura das pétalas (cm)      | Classificação | Acessos                  |
| ≤ a 0,76 cm                   | Estreita      | ANR                      |
| 0,77 a 0,89 cm                | Média         | -                        |
| ≥ 0,90 cm                     | Larga         | ANÃ, CAA, IRN e MAC      |
| Comprimento das brácteas (mm) | Classificação | Acessos                  |
| ≤ a 6,12 mm                   | Curto         | -                        |
| 6,13 a 6,57 mm                | Médio         | ANR                      |
| ≥ 6,58 mm                     | Longo         | ANÃ, CAA, IRN e MAC      |
| Largura das brácteas (mm)     | Classificação | Acessos                  |
| ≤ a 1,48 mm                   | Estreita      | -                        |
| 1,49 a 1,78 mm                | Média         | -                        |
| ≥ a 1,79 mm                   | Larga         | ANÃ, ANR, CAA, IRN e MAC |
| Ciclo até a colheita (dias)   | Classificação | Acessos                  |
| < que 210                     | Precoce       | -                        |
| 210 a 240                     | Médio         | IRN                      |
| > que 240                     | Tardio        | ANÃ, ANR, CAA e MAC      |
| Diâmetro do fruto (mm)        | Classificação | Acessos                  |
| ≤ a 7,53 mm                   | Pequeno       | -                        |
| 7,54 a 7,74 mm                | Médio         | -                        |
| ≥ a 7,75 mm                   | Grande        | ANÃ, ANR, CAA, IRN e MAC |
| Comprimento de pedúnculo (mm) | Classificação | Acessos                  |
| ≤ a 3,85                      | Curto         | -                        |
| 3,86 a 4,30                   | Médio         | -                        |
| ≥ a 4,31                      | Longo         | ANÃ, ANR, CAA, IRN e MAC |

Acessos: ANÃ – Anamã; ANR – Anori; CAA – Caapiranga; IRN – Iranduba; MAC – Manacapuru.

Quanto à altura da planta, destaca-se o acesso IRN, que apresentou porte elevado ( $\geq 3,15$  m), evidenciando maior vigor vegetativo em relação aos demais acessos avaliados. Esse resultado é relevante, uma vez que plantas de maior porte tendem a apresentar maior competitividade por luz e maior potencial de acúmulo de biomassa, especialmente em espécies voltadas à produção de fibra, conforme discutido por Bebre et al. (2021). Assim, o desempenho do acesso IRN pode representar uma vantagem agrônômica em sistemas de cultivo em terra firme.

Em contraste, o diâmetro basal do caule apresentou comportamento uniforme, com todos os acessos enquadrados na categoria menor ( $\leq 7,51$  mm), indicando baixa variabilidade para esse caráter. Essa homogeneidade sugere que o atributo possui reduzida plasticidade fenotípica e maior controle genético, sendo pouco influenciado por variações ambientais, conforme descrito por Zeng et al. (2017).

As características foliares apresentaram maior variabilidade. O comprimento das folhas foi classificado como longo ( $\geq 11,03$  cm) para ANÃ, ANR e IRN, e médio (8,9 a 11,02 cm) para CAA e MAC, enquanto a largura foliar foi uniforme, com todos os acessos classificados em folhas largas ( $\geq 9,93$  cm). Esse padrão indica diferenças na arquitetura do dossel, uma vez que a área foliar exerce papel central na interceptação da radiação e na eficiência fotossintética (TANG et al., 2022). De acordo com Brito et al. (2025), a área foliar está diretamente relacionada à assimilação de carbono e ao crescimento vegetal, sendo que folhas mais longas podem favorecer maior captação de luz, enquanto a uniformidade na largura sugere adaptação comum às condições de luminosidade do ambiente.

O comprimento do pecíolo também variou entre os acessos, sendo classificado como médio (6,98 a 10,44 cm) para ANÃ, CAA e MAC, e longo ( $\geq 10,45$  cm) para ANR e IRN. Essa característica influencia a disposição das folhas no dossel, contribuindo para a redução do sombreamento interno e maior eficiência no uso da luz. Segundo Yoshinaka et al. (2018), pecíolos mais longos favorecem melhor distribuição espacial das folhas, o que pode resultar em maior eficiência fotossintética e incremento na produção de biomassa.

Em relação ao ciclo até o florescimento, os acessos ANÃ, ANR e IRN foram classificados como de ciclo médio (120 a 150 dias), enquanto CAA e MAC apresentaram ciclo tardio ( $> 150$  dias). Tendência semelhante foi observada para o ciclo até a colheita, no qual IRN apresentou ciclo médio (210 a 240 dias), enquanto os demais acessos foram classificados como tardios ( $> 240$  dias). Essas diferenças indicam estratégias fenológicas distintas, nas quais ciclos mais longos estão geralmente associados a maior período de crescimento vegetativo e maior acúmulo de matéria seca, enquanto ciclos intermediários podem conferir maior eficiência em sistemas produtivos com restrições temporais (ILESANMI et al., 2021).

No contexto da produção de malva em áreas de várzea da Amazônia, a duração do ciclo assume papel estratégico em função do regime anual de inundação. Tradicionalmente, o cultivo é iniciado durante a vazante dos rios, com a semeadura realizada entre os meses de julho e agosto, quando os solos férteis ficam expostos. A colheita tem início aproximadamente cinco a seis meses após o plantio, a partir de janeiro, coincidindo com o início da cheia dos rios (CRUZ et al., 2025). Dessa forma, genótipos de ciclo mais curto ou intermediário, como o acesso IRN, apresentam maior potencial de adaptação às condições de várzea, por possibilitarem a conclusão do ciclo produtivo dentro da janela agrícola disponível e reduzirem o risco de perdas ocasionadas pela inundação das áreas cultivadas.

Quanto às estruturas reprodutivas, observou-se variação no tamanho das pétalas e brácteas. O comprimento das pétalas foi curto ( $\leq 1,59$  cm) em ANÃ, ANR e IRN, e longo ( $\geq$

1,72 cm) em CAA e MAC, enquanto a largura das pétalas foi estreita apenas em ANR e larga nos demais acessos. Para as brácteas, ANR apresentou comprimento médio (6,13 a 6,57 mm), enquanto os demais acessos apresentaram valores longos ( $\geq 6,58$  mm), e a largura foi uniforme, sendo classificada como larga ( $\geq 1,79$  mm) em todos os materiais. Essas variações podem influenciar o sucesso reprodutivo, uma vez que características florais estão relacionadas à atração de polinizadores e à eficiência da fecundação (TREVIZAN et al., 2025).

Por fim, o diâmetro do fruto foi classificado como grande ( $\geq 7,75$  mm) para todos os acessos, assim como o comprimento do pedúnculo, considerado longo ( $\geq 4,31$  mm), evidenciando uniformidade nesses caracteres. A estabilidade desses atributos sugere forte controle genético e importância funcional, uma vez que frutos maiores estão frequentemente associados a maior massa de sementes e potencial germinativo (VELÁZQUEZ-ROSAS et al., 2017).

De forma integrada, os resultados indicam que, embora alguns caracteres apresentem comportamento conservado, há variação expressiva em atributos relacionados ao crescimento, à arquitetura e à fenologia. Essa variabilidade é essencial para programas de melhoramento genético, pois permite a identificação e seleção de genótipos com maior potencial produtivo e melhor adaptação às condições de cultivo em terra firme.

### 3.2 Caracterização fenológica de acessos de malva

A organização das fases de desenvolvimento de *U. lobata* L. em dois grandes períodos, vegetativo (estádios 01 a 06) e reprodutivo (estádios 07 a 09), reflete um padrão clássico de crescimento em espécies anuais, no qual há inicialmente o estabelecimento estrutural da planta, seguido pela alocação de recursos para reprodução (Quadro 2).

Quadro 2 Caracterização fenológica de acessos de malva (*Urena lobata* L.) cultivados em ecossistemas de terra firme, Manaus – Amazonas, 2026

| FASES DE DESENVOLVIMENTO DA <i>Urena lobata</i> L.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I = VEGETATIVA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                   |
| <p>a) Estádio 01: Emergência. A emergência ocorre quando a plântula rompe a superfície do solo, iniciando-se com a emissão da alça do hipocótilo, que eleva os cotilédones acima do solo (WANG et al., 2023), marcando o início do desenvolvimento da parte aérea da planta.</p>                                                                                                                                                             |  <p>Figura 1. Estádio 01.</p>   |
| <p>b) Estádio 02: Expansão dos cotilédones. Ocorre após a emergência da plântula e é caracterizada pela abertura dessas primeiras estruturas foliares, o que promove a exposição da gema apical à radiação solar. Nesse estágio, os cotilédones passam a desempenhar papel importante no fornecimento de reservas e no início da atividade fotossintética, contribuindo para o estabelecimento inicial da planta (GOMMERS; MONTE, 2018).</p> |  <p>Figura 2. Estádio 02.</p>  |
| <p>c) Estádio 03: Surgimento do primeiro nó vegetativo. O primeiro nó vegetativo corresponde ao estágio inicial após a emergência, caracterizado pelo surgimento do eófilo, a primeira folha plantular de limbo suborbicular. Nessa fase inicia-se o crescimento vegetativo, com o início da expansão foliar e da atividade fotossintética.</p>                                                                                              |  <p>Figura 3. Estádio 03.</p> |
| <p>d) Estádio 04: Surgimento do segundo e terceiro nó vegetativo. Fases iniciais do</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>desenvolvimento da planta, caracterizadas pela presença de folhas plantulares (protofilos) de formato cordiforme, com cerca de 2,5 cm de comprimento. Nesse estágio ocorre intensificação do crescimento vegetativo, com aumento da área foliar, maior atividade fotossintética e fortalecimento do estabelecimento inicial da planta.</p>                                                                                                                        |  <p>Figura 4. Estádio 04.</p>   |
| <p>e) Estádio 05: Surgimento do quarto nó vegetativo. A planta apresenta quatro nós formados no caule principal, momento em que surgem as folhas definitivas (metáfilos), com forma lobada, três lobos frontais e margens finamente serradas. Nessa fase ocorre aumento da área foliar e da atividade fotossintética, favorecendo o crescimento vegetativo e o fortalecimento estrutural da planta.</p>                                                              |  <p>Figura 5. Estádio 05.</p>  |
| <p>f) Estádio 06: Surgimento dos ramos laterais. Ocorre quando a planta apresenta entre 8 e 12 folhas definitivas, geralmente a partir do 3º ao 4º nó vegetativo, iniciando a emissão de ramificações secundárias a partir do caule principal. Essa fase indica o avanço do desenvolvimento vegetativo, contribuindo para o aumento da área foliar, para a definição da arquitetura da planta e para o potencial de formação de futuras estruturas reprodutivas.</p> |  <p>Figura 6. Estádio 06.</p> |
| <p>II - Reprodutiva</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>g) Estádio 07: Primeiro ramo reprodutivo. Ocorre a partir do 3º e 4º ramo simpodial, quando surgem os primeiros botões florais, cuja antese ocorre entre o 8º e o 9º dia após o aparecimento do botão. A planta intensifica seu crescimento, emitindo novos ramos reprodutivos nos nós subsequentes e iniciando a mudança de coloração dos ramos para pigmentação avermelhada, característica da espécie. Esse momento representa o início do processo de floração e constitui um marco importante no ciclo fenológico, pois sinaliza o início da fase produtiva.</p>     |  <p>Figura 7. Estádio 07.</p>   |
| <p>h) Estádio 08: Amadurecimento dos primeiros frutos. Ocorre em torno de 28 dias após a antese (abertura da flor). As cápsulas começam a apresentar alterações na coloração e na consistência, indicando o início da maturação fisiológica e a consolidação do desenvolvimento das sementes. A maturação não é uniforme, sendo possível observar, simultaneamente no mesmo ramo reprodutivo, botões florais, flores abertas, frutos imaturos e frutos maduros. Esse comportamento reflete a dinâmica reprodutiva da espécie e indica a proximidade da fase de colheita.</p> |  <p>Figura 8. Estádio 08.</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>i) Estádio 09: Final da fase reprodutiva. Ocorre aproximadamente 60 dias após o amadurecimento dos primeiros frutos. A planta conclui o processo de formação, desenvolvimento e amadurecimento dos frutos e sementes, apresentando a maioria dos frutos já maduros ou próximos da maturação completa. Nesse período, observa-se folhagem mais esparsa e ramos com coloração totalmente avermelhada. Esse estágio marca o término do ciclo produtivo da cultura, sinalizando que a planta se encontra apta para a colheita.</p> |  <p>Figura 9. Estádio 09.</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

A uniformidade observada nos estádios iniciais (I a V) entre todos os acessos indica que o estabelecimento e o crescimento vegetativo precoce são altamente conservados, possivelmente sob forte controle genético e menos influenciados por variações ambientais. Esse comportamento é frequentemente relatado em estudos fenológicos, nos quais as fases iniciais apresentam menor plasticidade, pois são determinantes para a sobrevivência e o estabelecimento da planta (LI et al., 2025). A semelhança na duração dos estádios iniciais indica que os diferentes acessos apresentam demandas fisiológicas semelhantes nos processos de germinação, emergência e expansão foliar inicial. A sincronização dessas fases promove a formação homogênea do dossel, favorecendo a interceptação luminosa nas etapas posteriores do desenvolvimento e, conseqüentemente, aumentando a eficiência do crescimento inicial das plantas (GOMMERS; MONTE, 2018).

Por outro lado, a fase reprodutiva (estádios VI a IX) apresentou maior variação entre os acessos, evidenciando diferenças na alocação de recursos e nas estratégias de desenvolvimento. No estágio VI, a maior duração observada em ANR, CAA e MAC indica prolongamento do período de transição entre crescimento vegetativo e reprodutivo, o que pode favorecer maior acúmulo de reservas antes da emissão das estruturas reprodutivas (WINGLER; SOUALIOU, 2025). Esse prolongamento pode resultar em maior produção de biomassa e potencial produtivo, uma vez que a planta mantém atividade fotossintética elevada por mais tempo antes de direcionar recursos para a reprodução (TANG et al., 2021).

No estágio VII, o maior período registrado para CAA e MAC reforça essa tendência de maior investimento no desenvolvimento reprodutivo inicial, possivelmente associado à formação e crescimento de botões florais e estruturas associadas. Estudos indicam que a duração dessa fase está diretamente relacionada à quantidade de flores produzidas e, conseqüentemente, ao potencial de formação de frutos e sementes (MONTEIRO et al., 2021).

A variação observada no estágio VIII, com destaque para ANÃ apresentando maior duração e IRN o menor período, sugere diferenças na dinâmica de florescimento e frutificação entre os acessos (SANABRIA-VERÓN et al., 2025). A redução desse período em IRN pode indicar maior precocidade reprodutiva, característica desejável em sistemas agrícolas com limitações de tempo ou condições ambientais adversas. Por outro lado, períodos mais longos podem favorecer maior número de estruturas reprodutivas e maior rendimento final, dependendo das condições de cultivo (VALDÉS; EHRLÉN, et al., 2024).

No estágio IX, a uniformidade na duração entre os acessos indica estabilidade na fase final do ciclo, relacionada à maturação dos frutos e senescência da planta. Essa estabilidade sugere que os processos fisiológicos finais, como enchimento de sementes e maturação, são menos influenciados pelas diferenças genótípicas observadas nas fases anteriores.

A variação no ciclo total da cultura evidencia diferenças fenológicas claras entre os acessos, com o ANR apresentando maior duração e o IRN o ciclo mais curto. Esse contraste reflete estratégias distintas de desenvolvimento: enquanto materiais mais tardios tendem a favorecer o maior acúmulo de biomassa e, potencialmente, maior produtividade, materiais precoces, como o IRN, destacam-se pela maior eficiência no uso do tempo (SCHERMER et al., 2019). De modo geral, a duração do ciclo exerce papel central na produtividade, pois define o período disponível para assimilação de carbono e para a alocação de recursos ao crescimento e à produção (VALDÉS; EHRLÉN, et al., 2024).

De forma integrada, os resultados indicam que a variabilidade entre os acessos de *U. lobata* L. concentra-se principalmente na fase reprodutiva, sendo essa etapa determinante para a diferenciação entre os materiais quanto à precocidade e ao potencial produtivo. Essa informação é fundamental para programas de melhoramento genético, uma vez que a seleção de genótipos pode ser direcionada conforme o objetivo produtivo, seja para maximizar a produção de biomassa, sementes ou adaptar o ciclo da cultura a diferentes condições ambientais e sistemas de manejo.

A Tabela 4 apresenta a caracterização das fases fenológicas dos diferentes acessos de malva (ANÃ, ANR, CAA, IRN e MAC), discriminando a duração, em dias, dos estádios que compõem as fases vegetativa (I a VI) e reprodutiva (VII a IX), bem como o ciclo total das

plantas. A partir desses dados, observa-se a existência de variações importantes no desenvolvimento fenológico entre os acessos, especialmente quando se compara o comportamento das fases vegetativa e reprodutiva.

Tabela 4 Fases fenológica dos diferentes acessos da planta de Malva (*Urena lobata* L.) cultivadas em ecossistema de terra firme, Manaus – Amazonas, 2026

| Fases Fenológicas |                          |    |     |    |   |                  |     |      |    |                         |  |
|-------------------|--------------------------|----|-----|----|---|------------------|-----|------|----|-------------------------|--|
| Acessos           | Fase Vegetativa          |    |     |    |   | Fase Reprodutiva |     |      |    | Ciclo da planta em dias |  |
|                   | Estádio da planta /dias* |    |     |    |   |                  |     |      |    |                         |  |
|                   | I                        | II | III | IV | V | VI               | VII | VIII | IX |                         |  |
| ANÁ               | 3                        | 2  | 4   | 4  | 4 | 32               | 87  | 58   | 60 | 254                     |  |
| ANR               | 3                        | 2  | 4   | 4  | 4 | 49               | 84  | 54   | 60 | 264                     |  |
| CAA               | 3                        | 2  | 4   | 4  | 4 | 48               | 96  | 51   | 60 | 272                     |  |
| IRN               | 3                        | 2  | 4   | 4  | 4 | 43               | 71  | 19   | 60 | 210                     |  |
| MAC               | 3                        | 2  | 4   | 4  | 4 | 48               | 96  | 51   | 60 | 272                     |  |

Acessos: ANÃ – Anamã; ANR – Anori; CAA – Caapiranga; IRN – Iranduba; MAC – Manacapuru.

De modo geral, a fase vegetativa apresenta menor variação entre os acessos, indicando um padrão relativamente conservado de crescimento inicial. Os estádios iniciais (I a V) possuem durações bastante semelhantes entre os materiais avaliados, sugerindo que o estabelecimento e o desenvolvimento vegetativo inicial da malva seguem um padrão de resposta relativamente estável (GOMES et al., 2019). No entanto, o estágio VI evidência maior amplitude de variação, o que pode indicar que a transição entre o crescimento vegetativo e o início da fase reprodutiva constitui um ponto crítico de diferenciação entre os acessos, possivelmente sob maior controle genético (NGOMUO et al., 2017).

Em contraste, a fase reprodutiva (estádios VII a IX) concentra a maior variabilidade observada no ciclo fenológico. O estágio VII apresenta ampla oscilação entre os acessos, assim como o estágio VIII, que se destaca como o mais variável de todo o ciclo. Por outro lado, o estágio IX mantém duração constante entre todos os acessos, indicando que a fase final de maturação segue um padrão mais uniforme. Essa maior heterogeneidade na fase reprodutiva sugere forte influência de fatores genéticos associados ao controle da floração e frutificação, além de maior sensibilidade às condições ambientais, como temperatura, fotoperíodo e disponibilidade hídrica (MIJNSBRUGGE; MOREELS, 2020).

O ciclo total das plantas reforça essa variabilidade, permitindo classificar os acessos em diferentes grupos fenológicos. O acesso IRN apresenta ciclo mais curto (210 dias), caracterizando-se como precoce, enquanto ANÃ e ANR possuem ciclos intermediários (254 e 264 dias, respectivamente). Por sua vez, os acessos CAA e MAC apresentam os ciclos mais longos (272 dias), sendo considerados tardios. Essa diferença de aproximadamente dois meses

entre os extremos evidencia a existência de variabilidade genética significativa no material estudado, aspecto de grande relevância para programas de melhoramento (TEZERA, 2021).

A menor variação na fase vegetativa pode ser explicada pelo fato de que o estabelecimento inicial da planta depende de processos básicos de crescimento, relativamente conservados entre genótipos (VILLELLAS et al., 2021). Em contrapartida, a fase reprodutiva tende a ser mais plástica, uma vez que envolve mecanismos adaptativos diretamente relacionados ao sucesso reprodutivo. Estudos fenológicos indicam que eventos como floração e frutificação são altamente responsivos às condições ambientais, frequentemente apresentando maior variabilidade intraespecífica (MIJNSBRUGGE; MOREELS, 2020).

A distinção entre acessos precoces e tardios também evidencia diferentes estratégias ecológicas e agronômicas. Acessos precoces, como o IRN, tendem a completar seu ciclo em menor tempo, o que pode representar vantagem em ambientes sujeitos a estresses, como déficit hídrico ou elevada pressão de pragas e doenças (BERGER et al., 2016). Em contrapartida, acessos tardios, como CAA e MAC, permanecem por mais tempo em desenvolvimento, favorecendo maior acúmulo de biomassa e, potencialmente, maior produtividade, desde que as condições ambientais sejam favoráveis durante todo o ciclo (SHAVRUKOV et al., 2017).

Esses resultados estão em consonância com a literatura científica, que aponta a fenologia como um dos principais indicadores da adaptação das plantas ao ambiente, sendo fortemente influenciada pela interação entre fatores genéticos e ambientais (ENSING et al., 2021). A variabilidade observada, especialmente na fase reprodutiva, reforça o potencial desses acessos para uso em programas de melhoramento genético, permitindo a seleção de genótipos com ciclos mais adequados a diferentes sistemas de cultivo e condições edafoclimáticas (DE-LA-CRUZ et al., 2025).

Dessa forma, observa-se que a fenologia dos acessos de malva avaliados apresenta um padrão conservado na fase vegetativa e elevada variabilidade na fase reprodutiva, resultando em diferenças expressivas no ciclo total das plantas. Essa diversidade fenológica constitui um recurso estratégico tanto para o manejo agronômico quanto para o desenvolvimento de cultivares adaptadas a distintos contextos produtivos.

### 3.3 Análise das diferenças fenotípicas e produtivas entre acessos de malva

A Tabela 5 apresenta os quadrados médios das características morfológicas avaliadas em acessos de malva (*U. lobata* L.) cultivados em condições de terra firme no estado do Amazonas, evidenciando a existência de variabilidade genética entre os materiais analisados. Verifica-se efeito significativo dos acessos para a maior parte das variáveis, indicando que os

genótipos diferem entre si quanto aos caracteres vegetativos e reprodutivos, especialmente altura de planta, diâmetro do caule e dimensões foliares, aspecto fundamental para programas de melhoramento e conservação de germoplasma. Essa variabilidade constitui pré-requisito indispensável para o avanço do melhoramento genético da espécie, pois possibilita a seleção de genótipos com maior vigor vegetativo, melhor desempenho produtivo e maior adaptação às condições edafoclimáticas da região amazônica.

Tabela 5 Quadrados médios dos caracteres morfológicos de acessos de malva (*Urena lobata* L.) cultivada em área de terra firme. Manaus, Amazonas, 2026

| FV      | Quadrados Médios |       |        |                    |                    |                     |        |
|---------|------------------|-------|--------|--------------------|--------------------|---------------------|--------|
|         | AP               | DBC   | CC     | CF                 | LF                 | CPec                | CPet   |
| Acessos | 1,34*            | 0,77* | 0,9*   | 5,05 <sup>ns</sup> | 2,28 <sup>ns</sup> | 11,75 <sup>ns</sup> | 0,652* |
| Resíduo | 0,05             | 0,17  | 0,22   | 1,79               | 3,1                | 5,55                | 0,100  |
| CV%     | 9%               | 8,90% | 14,35% | 11,54%             | 13,84%             | 23,06%              | 19,65% |

| FV      | Quadrados Médios |                     |                     |                     |        |        |        |
|---------|------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------|--------|--------|
|         | LPet             | CB                  | LB                  | DF                  | CPed   | CS     | LS     |
| Acessos | 0,220*           | 1,871 <sup>ns</sup> | 1,235 <sup>ns</sup> | 0,010 <sup>ns</sup> | 0,032* | 0,004* | 0,010* |
| Resíduo | 0,027            | 0,835               | 1,105               | 0,003               | 0,004  | 0,001  | 0,001  |
| CV%     | 16,14%           | 12,63%              | 37,45%              | 8,76%               | 15,82% | 9,64%  | 13,59% |

\* significativo a 5%; <sup>ns</sup> não significativo; F.V. = fatores de variação; C.V. = coeficiente de variação; AP = altura da planta (cm); DBC = diâmetro basal do caule (mm); CC = comprimento de copa (cm); CF = comprimento de folha (cm); LF = largura de folha (cm); CPec = comprimento pecíolo; CPet = comprimento pétala; LPet = largura pétala; CB = comprimento bráctea; LB = largura bráctea; DF = diâmetro do fruto; CPed = comprimento pedúnculo; CS = comprimento de semente; LS = largura de semente.

Dentre as características que apresentaram efeito significativo (Figura 10), observa-se que os acessos de malva diferem quanto ao porte da planta e à arquitetura da copa, o que evidencia a presença de genótipos mais vigorosos e outros de menor porte, que podem atender a diferentes formas de cultivo e manejo.

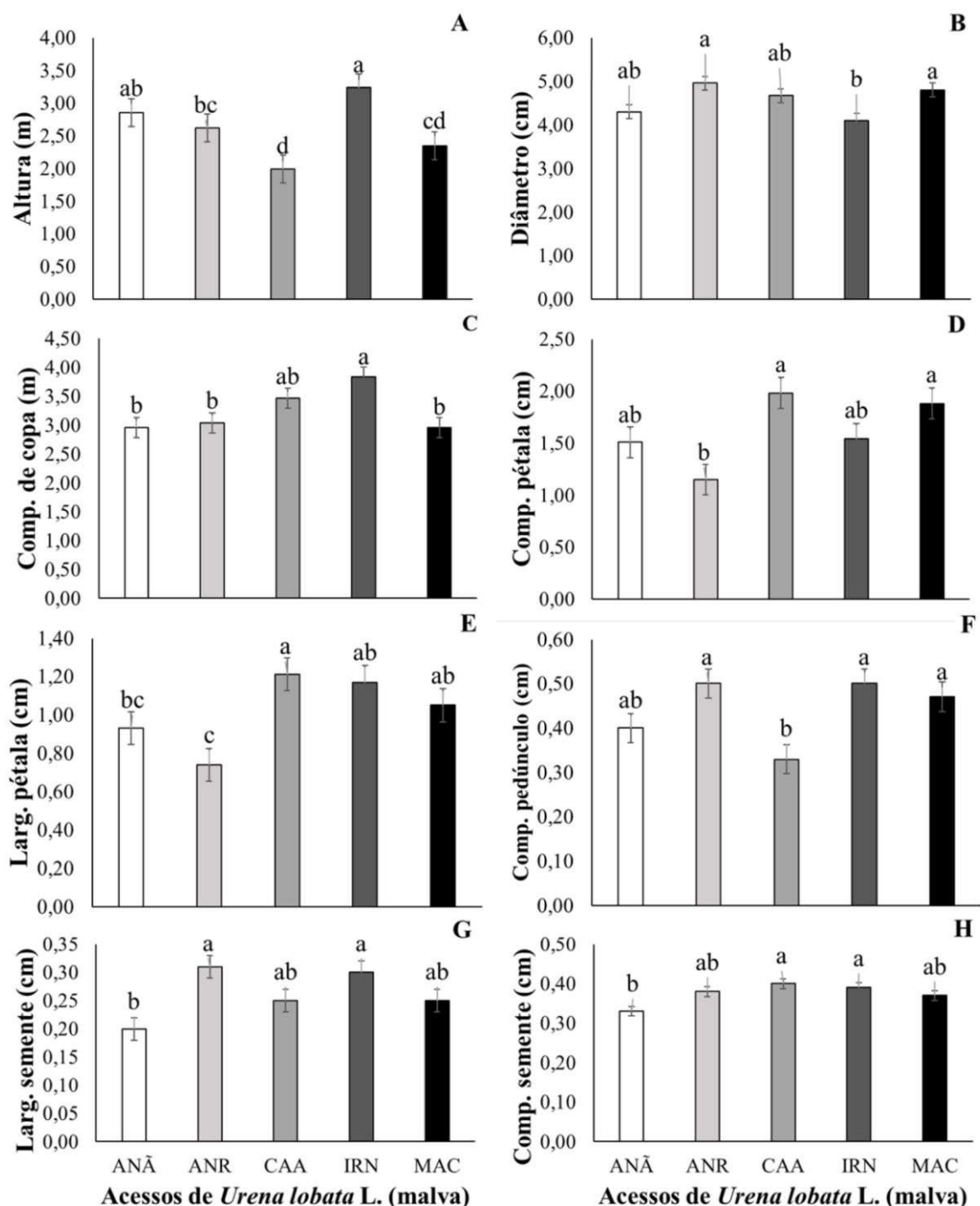


Figura 10. Características dos acessos de malva (*Urena lobata* L.) (ANÃ, ANR, CAA, IRN e MAC) sobre a Altura (A), Diâmetro (B), Comprimento da copa (C), Comprimento da pétala (D), Largura da pétala (E), Comprimento do pedúnculo (F), Largura da semente (G) e Comprimento da semente (H), cultivadas ao longo de 272 dias (n = 4). Barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

No que se refere à altura das plantas, o acesso IRN apresentou o maior valor médio, diferindo estatisticamente dos demais, enquanto o acesso CAA apresentou o menor porte. Os acessos ANÃ e ANR apresentaram comportamento intermediário, ao passo que MAC exibiu altura inferior à de IRN, porém superior à de CAA, indicando variabilidade genética expressiva

para esse caráter (Figura 10A). Em relação ao diâmetro basal do caule, os maiores valores foram observados nos acessos ANR e MAC, enquanto IRN apresentou o menor diâmetro, com ANÃ e CAA em posição intermediária (Figura 10B). Essa variação é relevante, considerando que o diâmetro do caule está diretamente associado à resistência mecânica e ao vigor estrutural das plantas. Para o comprimento da copa, o acesso IRN destacou-se com o maior valor médio, enquanto ANÃ, ANR e MAC apresentaram copas menores, e CAA exibiu valor intermediário (Figura 10C). As diferenças na arquitetura da copa evidenciam a diversidade morfofuncional entre os acessos, podendo impactar diretamente a interceptação de radiação e a eficiência fotossintética.

A variabilidade morfoagronômica entre os acessos de *U. lobata* L. evidencia diferenças genótípicas associadas a distintas estratégias de crescimento e alocação de biomassa. O acesso IRN, com maior altura e comprimento de copa, apresenta padrão de crescimento voltado à maximização da interceptação luminosa, porém com menor investimento em espessamento caulinar, o que pode comprometer a estabilidade estrutural (GOMES et al., 2019). Em contraste, ANR e MAC, com maiores diâmetros de caule, indicam maior aporte em tecidos estruturais, conferindo maior sustentação e potencial adaptação a condições de estresse mecânico. O acesso CAA, de menor porte, sugere menor vigor vegetativo, possivelmente associado a maior eficiência no uso de recursos em ambientes limitantes (FEITOSA et al., 2023). As diferenças na arquitetura da copa implicam variações na interceptação de radiação e na dinâmica fotossintética do dossel, afetando a relação fonte-dreno entre os acessos. Do ponto de vista agrônomo, os resultados indicam que a escolha dos genótipos deve ser orientada pelo sistema de manejo, considerando o equilíbrio entre crescimento vegetativo, robustez estrutural e eficiência na utilização de recursos (SREEKANTA et al., 2024).

As características florais apresentaram elevada capacidade discriminatória entre os acessos avaliados. O comprimento das pétalas foi superior nos acessos CAA e MAC, enquanto ANR apresentou os menores valores (Figura 10D). Para a largura das pétalas, o acesso CAA destacou-se novamente, seguido por IRN e MAC, ao passo que ANR exibiu pétalas mais estreitas (Figura 10E). Em relação ao comprimento do pedúnculo, os acessos ANR, IRN e MAC apresentaram os maiores valores, enquanto CAA apresentou os menores comprimentos (Figura 10F). Essas variações nas estruturas florais indicam diferenças na exposição das flores, com potencial implicação na interação com agentes polinizadores e na distinção morfológica entre os acessos.

As variações nas características florais entre os acessos de *U. lobata* L. refletem diferenças genótípicas na organização das estruturas reprodutivas, com implicações na

eficiência da polinização. A maior dimensão das pétalas em CAA e MAC indica maior potencial de atração visual, enquanto ANR, com pétalas menores, sugere menor investimento nesse atributo (RIGLET et al., 2024). O maior comprimento do pedúnculo em ANR, IRN e MAC favorece a exposição das flores, podendo aumentar a acessibilidade aos polinizadores, especialmente em dosséis mais densos (ZHANG et al., 2018). Em contraste, CAA apresenta um arranjo distinto, com maior tamanho de pétalas, porém menor projeção floral. Esses padrões indicam estratégias diferenciadas de alocação de recursos reprodutivos, influenciando a interação planta–polinizador e, potencialmente, o sucesso reprodutivo dos acessos (PAIVA; RODDY, 2024).

No que se refere às características das sementes, observaram-se diferenças significativas tanto para a largura quanto para o comprimento. Os acessos ANR e IRN apresentaram sementes mais largas, enquanto ANÃ exibiu os menores valores, com CAA e MAC em posições intermediárias (Figura 10G). Quanto ao comprimento das sementes, ANR, CAA e IRN destacaram-se com os maiores valores, ao passo que ANÃ apresentou sementes mais curtas e MAC valores intermediários (Figura 10H). Essas variações nas dimensões das sementes indicam diferenças potenciais na qualidade fisiológica e no vigor dos propágulos, aspectos relevantes para a produção de mudas e o estabelecimento inicial das plantas em campo.

A variação nas dimensões das sementes entre os acessos de *U. lobata* L. evidencia diferenças genotípicas na alocação de reservas, com implicações diretas no vigor e no estabelecimento inicial das plântulas. Acessos como ANR e IRN, com sementes maiores, tendem a apresentar maior potencial de germinação e crescimento inicial, especialmente sob condições ambientais menos favoráveis (WANG et al. 2025). Em contraste, ANÃ, com sementes menores, pode apresentar menor vigor inicial, possivelmente compensado por estratégias adaptativas. CAA e MAC exibem comportamento intermediário. De forma geral, o tamanho das sementes configura um atributo funcional relevante para a seleção de genótipos, particularmente em sistemas onde o estabelecimento inicial é determinante para o desempenho da cultura (STEINER et al., 2019).

A Figura 11 apresenta as características produtivas dos acessos de malva (*U. lobata* L.), incluindo peso de cem sementes (PCS), peso de mil sementes (PMS), número de sementes por quilograma e produtividade, avaliados ao longo de 272 dias de cultivo. Observa-se que houve variação significativa ( $p < 0,05$ ). Para o PCS, os acessos CAA e IRN apresentaram valores superiores, evidenciando maior massa individual das sementes, enquanto, que ANÃ, ANR e MAC apresentaram os menores valores, indicando sementes mais leves (Figura 11A). Resposta semelhante foi observada para o PMS (Figura 11B), refletindo consistência entre essas duas

variáveis, uma vez que ambas estão diretamente relacionadas ao tamanho e densidade das sementes.

No que se refere ao número de sementes por quilograma (Figura 11C), verificou-se comportamento inverso ao observado para PCS e PMS, ou seja, acessos com sementes mais pesadas apresentaram menor número de sementes por unidade de massa (CAA e IRN), enquanto aqueles com sementes mais leves apresentaram maior quantidade (ANÃ, ANR e MAC). A produtividade também diferiu entre os acessos, destacando-se aqueles com maior rendimento. A maior produtividade de sementes foi obtida ao acesso IRN, enquanto a menor foi observada em ANÃ. Os demais acessos apresentaram produtividade intermediária (Figura 11D).

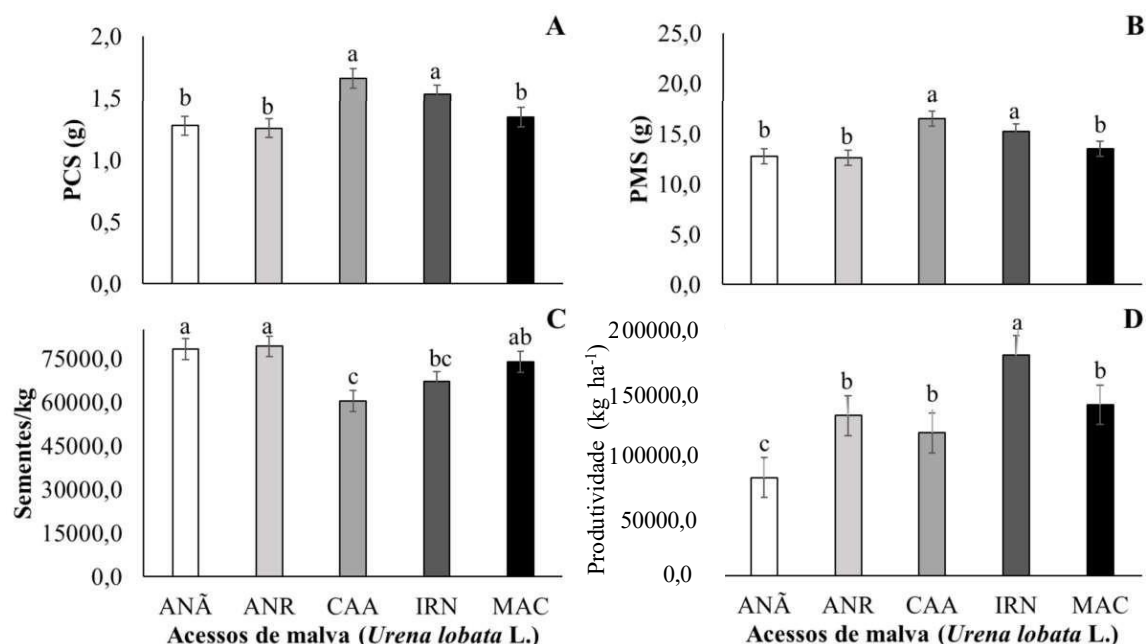


Figura 11. Características dos acessos de malva (*Urena lobata* L.) (ANÃ, ANR, CAA, IRN e MAC) sobre o Peso de Cem Sementes (PCS) (A), Peso de Mil Sementes (PMS) (B), Sementes/kg (C) e Produtividade (D), avaliadas após 272 dias de cultivos (n = 4). Barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

As diferenças observadas entre os acessos de malva indicam variabilidade genética expressiva para os caracteres produtivos avaliados. A variação no peso de sementes (PCS e PMS) pode estar associada a fatores genéticos intrínsecos, bem como à eficiência no enchimento de grãos, que depende da capacidade fotossintética e da alocação de fotoassimilados durante o ciclo da cultura (NGOMUO et al., 2017). A relação inversa entre massa de sementes e número de sementes por quilograma é esperada e amplamente descrita na literatura, refletindo um balanço entre tamanho e quantidade de sementes produzidas. Acessos com sementes maiores tendem a apresentar maior reserva energética por unidade, o que pode

favorecer o vigor inicial das plântulas, embora isso nem sempre resulte em maior produtividade final (AFOKPE et al., 2025).

Em relação à produtividade, os acessos que apresentaram maiores valores possivelmente combinam características favoráveis, como melhor eficiência fisiológica, maior adaptação às condições edafoclimáticas e maior capacidade de conversão de biomassa em produção de sementes (FINCH-SAVAGE et al., 2016). No entanto, é importante destacar que alta produtividade nem sempre está diretamente associada ao maior peso de sementes, indicando que outros fatores, como número de estruturas reprodutivas e eficiência reprodutiva, também desempenham papel determinante (ROTUNDO et al., 2012).

Além disso, as diferenças observadas podem estar relacionadas à interação genótipo  $\times$  ambiente, uma vez que o experimento foi conduzido ao longo de um período relativamente extenso (272 dias), permitindo a atuação de variações ambientais sobre o desempenho dos acessos. De modo geral, os resultados evidenciam a existência de acessos promissores tanto para produção de sementes quanto para programas de seleção, sendo recomendável a continuidade das avaliações em diferentes ambientes e safras, a fim de confirmar a estabilidade e o potencial produtivo desses materiais.

#### 4 CONCLUSÃO

Os acessos de *Urena lobata* L. avaliados apresentaram elevada uniformidade para os descritores morfológicos qualitativos, indicando reduzida variabilidade morfológica para esses caracteres. Entretanto, verificou-se variabilidade significativa em atributos quantitativos relacionados ao crescimento vegetativo, arquitetura da planta, estruturas reprodutivas e características das sementes, evidenciando potencial para discriminação e seleção de genótipos.

A fenologia apresentou comportamento conservado na fase vegetativa inicial e maior variabilidade na fase reprodutiva, resultando em diferenças no ciclo total dos acessos. O acesso IRN destacou-se pela precocidade, enquanto CAA e MAC apresentaram ciclos mais longos.

Os componentes de produção demonstraram que a produtividade não esteve diretamente associada ao maior peso de sementes, indicando diferentes padrões de alocação de fotoassimilados entre os acessos avaliados.

De forma geral, a variabilidade observada nos caracteres morfoagronômicos, fenológicos e produtivos demonstra o potencial dos acessos para uso em programas de melhoramento genético e na seleção de materiais adaptados às condições edafoclimáticas da Amazônia.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFOKPE, P. M. K.; OLOGOU, S.; KOUHO, S. R.; DE HOOP, S. J.; N'DANIKOU, S.; ACHIGAN-DAKO, E. G.; SCHRANZ, M. E. Unveiling Genetic Diversity in Jute Mallow (*Corchorus* Spp.): Morphological Clustering Reveals Distinctive Traits among Accessions from Africa and Asia. *Genetic Resources and Crop Evolution*, v. 72, n. 5, p. 5753–5775, 2025. Disponível em: <<https://link.springer.com/10.1007/s10722-024-02295-7>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

AGUILERA, J. G.; RIBEIRO, E. B. E.; NASCIMENTO, A. C. V. do; SILVA, M. V.; CARVALHO, R. dos S.; COCCO, A. S.; BARRETO, A. F. S.; MARTINS, G. S.; BARCELOS, R. P.; RODRIGUES, J. A. dos S.; STEINER, F.; MARTINS, D. Descritores qualitativos e quantitativos para quantificação da diversidade genética de sementes de feijão. *Trends in Agricultural and Environmental Sciences*, p. e230001, 2023.

BASLAM, M.; MITSUI, T.; HODGES, M.; PRIESACK, E.; HERRITT, M. T.; ARANJUELO, I.; SANZ-SÁEZ, Á. Photosynthesis in a Changing Global Climate: Scaling Up and Scaling Down in Crops. *Frontiers in Plant Science*, v. 11, p. 882, 2020. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpls.2020.00882/full>>. Acesso em: 3 jun. 2026.

BEBRE, I.; RIEBL, H.; ANNIGHÖFER, P. Seedling Growth and Biomass Production under Different Light Availability Levels and Competition Types. *Forests*, v. 12, n. 10, p. 1376, 2021. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1999-4907/12/10/1376>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

BEBRE, I.; RIEBL, H.; ANNIGHÖFER, P. Seedling Growth and Biomass Production under Different Light Availability Levels and Competition Types. *Forests*, v. 12, n. 10, p. 1376, 2021. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1999-4907/12/10/1376>>. Acesso em: 3 jun. 2026.

BENTES, J. G.; PEREIRA, H. S.; MENDES, A. M. S.; CASTRO, A. P.; CUNHA, A. L. B. Espaçamento para produção de sementes de malva (*Urena lobata* L.) em terra firme na região de Manaus-AM. *Revista de Ciências Agrárias*, v.60, n.2, p.141-146, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4322/rca.10605>

BERGER, J.; PALTA, J.; VADEZ, V. Review: An Integrated Framework for Crop Adaptation to Dry Environments: Responses to Transient and Terminal Drought. *Plant Science*, v. 253, p. 58–67, 2016. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168945216304678>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília, DF: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 365p.

BRITO, C.; MANTUANO, D.; DE TONI, K. L. G.; MANTOVANI, A. Increasing Leaf Sizes of the Vine *Epipremnum Aureum* (Araceae): Photosynthesis and Respiration. *PeerJ*, v. 13, p. e19214, 2025. Disponível em: <<https://peerj.com/articles/19214>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

BRITO, C.; MANTUANO, D.; DE TONI, K. L. G.; MANTOVANI, A. Increasing Leaf Sizes of the Vine *Epipremnum Aureum* (Araceae): Photosynthesis and Respiration. *PeerJ*, v. 13, p. e19214, 2025. Disponível em: <<https://peerj.com/articles/19214>>. Acesso em: 3 jun. 2026.

COSTA, A. L. V. Produtividade de sementes de malva (*Urena lobata* L.) em função de adubação química em terra firme em Manaus-AM. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus (AM), 2024.

DE-LA-CRUZ, I. M.; BATSLEER, F.; BONTE, D.; DILLER, C.; HYTÖNEN, T.; LUIS IZQUIERDO, J.; OSORIO, S.; POSÉ, D.; DE LA ROSA, A.; VANDEGEHUCHTE, M. L.; MUOLA, A.; STENBERG, J. A. Genotypic Responses to Different Environments and Reduced Precipitation Reveal Signals of Local Adaptation and Phenotypic Plasticity in Woodland Strawberry. *Annals of Botany*, v. 136, n. 3, p. 611–621, 2025. Disponível em: <<https://academic.oup.com/aob/article/136/3/611/8044977>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

DIAS, M. C.; XAVIER, J. J. B. N. BARRETO, J. F. Recomendações técnicas para a malva: Embrapa - PAC, Comunicado Técnico, 66. Manaus-AM, 2008. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital>. Acesso em: 25 jan. 2024.

ENSING, D. J.; SORA, D. M. D. H.; ECKERT, C. G. Chronic Selection for Early Reproductive Phenology in an Annual Plant across a Steep, Elevational Gradient of Growing Season Length. *Evolution*, v. 75, n. 7, p. 1681–1698, 2021. Disponível em: <<https://academic.oup.com/evolut/article/75/7/1681/6729093>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

FAN, Y.; CHEN, Z.; YANG, X.; CUI, K.; HUANG, J.; PENG, S.; LING, X.; XIONG, D. The Race to Flourish: Evaluating Natural Variation of Early Growth Rates in Rice. *Food and Energy Security*, v. 14, n. 5, p. e70133, 2025. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/fes3.70133>>. Acesso em: 3 jun. 2026.

FEITOSA, T. S.; DE CARVALHO, E. C. D.; BARRETO, R. W.; MANTOVANI, W.; DE ARAÚJO, F. S.; DA COSTA, R. C. Use of Support Influences Height and Above-Ground Allometry but Not Biomass Allocation to Different Aerial Organs of an Invasive Vine. *Trees*, v. 37, n. 2, p. 373–383, 2023. Disponível em: <<https://link.springer.com/10.1007/s00468-022-02356-3>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

FERREIRA, M. D. C.; MARTINS, F. B.; DA COSTA, H. F. Phenological Description for the Initial Development Stage of Five Brazilian Native Forest Species According to BBCH Scale. *Annals of Applied Biology*, v. 188, n. 2, p. 561–581, 2026. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/aab.70071>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

FIGÀS, M. R.; PROHENS, J.; CASANOVA, C.; FERNÁNDEZ-DE-CÓRDOVA, P.; SOLER, S. Variation of Morphological Descriptors for the Evaluation of Tomato Germplasm and Their Stability across Different Growing Conditions. *Scientia Horticulturae*, v. 238, p. 107–115, 2018. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304423818302887>>. Acesso em: 3 jun. 2026.

FINCH-SAVAGE, W. E.; BASSEL, G. W. Seed Vigour and Crop Establishment: Extending Performance beyond Adaptation. *Journal of Experimental Botany*, v. 67, n. 3, p. 567–591, 2016. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jxb/article-lookup/doi/10.1093/jxb/erv490>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

FU, Y.; LI, X.; ZHOU, X.; GENG, X.; GUO, Y.; ZHANG, Y. Progress in Plant Phenology Modeling under Global Climate Change. *Science China Earth Sciences*, v. 63, n. 9, p. 1237–1247, 2020. Disponível em: <<https://link.springer.com/10.1007/s11430-019-9622-2>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

GOMES, L. M.; CASTRO, A. P. D.; FRAXE, T. D. J. P.; NETO, P. D. Q. C.; MENDES, A. M. D. S.; VALENTE, M. S. F.; FERREIRA, C. C.; PEREIRA, M. L. A. Genetic Divergence in *Urena Lobata* Accessions to Quantitative Traits. *Journal of Agricultural Science*, v. 11, n. 11, p. 81, 2019. Disponível em: <<http://www.ccsenet.org/journal/index.php/jas/article/view/0/39999>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

GOMMERS, C. M. M.; MONTE, E. Seedling Establishment: A Dimmer Switch-Regulated Process between Dark and Light Signaling. *Plant Physiology*, v. 176, n. 2, p. 1061–1074, 2018. Disponível em: <<https://academic.oup.com/plphys/article/176/2/1061-1074/6116856>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

HILTY, J.; MULLER, B.; PANTIN, F.; LEUZINGER, S. Plant Growth: The What, the How, and the Why. *New Phytologist*, v. 232, n. 1, p. 25–41, 2021. Disponível em: <<https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/nph.17610>>. Acesso em: 3 jun. 2026.

IDAM - Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas; Relatório de acompanhamento trimestral da Cultura da Malva - Safra: 2014/2015. Manaus, 2015.

ILER, A. M.; CARADONNA, P. J.; RICHARDSON, L. K.; WU, E. T.; FANT, J. B.; PFEILER, K. C.; FREYMILLER, G. A.; GODFREY, K. N.; GORMAN, A. J.; WILSON, N.; WHITFORD, M. D.; EDMONDS, G. A.; STRATTON, C.; JULES, E. S. Genotype Accounts for Intraspecific Variation in the Timing and Duration of Multiple, Sequential Life-cycle Events in a Willow Species. *American Journal of Botany*, v. 110, n. 2, p. e16112, 2023. Disponível em: <<https://bsapubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ajb2.16112>>. Acesso em: 3 jun. 2026.

ILESANMI, R. Y.; ABAYOMI, O.; AWOSANMI, F. E.; AJAYI, S. Maturity Classifications Influence the Phenological Intervals of Different Maize Varieties. *Journal of Experimental Agriculture International*, p. 231–239, 2021. Disponível em: <<https://journaljeai.com/index.php/JEAI/article/view/1915>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

KULIG, B.; KLIMEK-KOPYRA, A.; ŚLIZOWSKA, A.; OLEKSY, A.; SKOWERA, B.; LEPIARCZYK, A.; GRYGIERZEC, W. A Comparison of the Methods Used to Assess the Nutritional Status of Selected Crop Species. *Journal of Water and Land Development*, p. 1–10, 2024. Disponível em: <<https://www.jwld.pl/files/2024-04-JWLD-01.pdf>>. Acesso em: 3 jun. 2026.

LEVENE, H. Robust testes for equality of variances. In: OLKIN, I (Ed.). *Contributions to Probability and Statistics*. Palo Alto, CA: Stanford University Press, 1960. p. 278–292.

LI, P., AN, Z., XU, N., LI, J., LI, Q. E HE, C. Plasticidade e estabilidade fenotípica em plantas: mecanismos genéticos, adaptação ambiental, implicações evolutivas e direções futuras. *Plant, Cell & Environment*, 48: 5847–5860, 2025. <https://doi.org/10.1111/pce.15566>

LI, Y.-C.; DAI, H.-Y.; CHEN, H. Effects of Plant Density on the Aboveground Dry Matter and Radiation-Use Efficiency of Field Corn. *PLOS ONE*, v. 17, n. 11, p. e0277547, 2022. Disponível em: <<https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0277547>>. Acesso em: 3 jun. 2026.

MARQUES FILHO, A. O.; RIBEIRO, M. N. G. SANTOS H. M.; SANTOS, J. M. Estudos climatológicos da Reserva Florestal Ducke – Manaus – AM. IV. Precipitação. *Acta amazônica*, 11: 759-768, 1981.

MELLIDOU, I.; KROMMYDAS, K.; NIANIOU-OBEIDAT, I.; OUZOUNIDOU, G.; KALIVAS, A.; GANOPOULOS, I. Exploring Morpho-Physiological Profiles of a Collection of Tomato (*Solanum Lycopersicum*) Germplasm Using Multivariate Statistics. *Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization*, v. 18, n. 2, p. 88–97, 2020. Disponível em: <[https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S1479262120000088/type/journal\\_article](https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S1479262120000088/type/journal_article)>. Acesso em: 3 jun. 2026.

MIJNSBRUGGE, K.V.; MOREELS, S. Varying Levels of Genetic Control and Phenotypic Plasticity in Timing of Bud Burst, Flower Opening, Leaf Senescence and Leaf Fall in Two Common Gardens of *Prunus Padus* L. *Forests*, v. 11, n. 10, p. 1070, 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1999-4907/11/10/1070>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

MONTEIRO, A. I.; MALHEIRO, A. C.; BACELAR, E. A. Morphology, Physiology and Analysis Techniques of Grapevine Bud Fruitfulness: A Review. *Agriculture*, v. 11, n. 2, p. 127, 2021. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2077-0472/11/2/127>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

MORALES, F.; ANCÍN, M.; FAKHET, D.; GONZÁLEZ-TORRALBA, J.; GÁMEZ, A. L.; SEMINARIO, A.; SOBA, D.; BEN MARIEM, S.; GARRIGA, M.; ARANJUELO, I. Photosynthetic Metabolism under Stressful Growth Conditions as a Bases for Crop Breeding and Yield Improvement. *Plants*, v. 9, n. 1, p. 88, 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2223-7747/9/1/88>>. Acesso em: 3 jun. 2026.

NGOMUO, M.; STOILOVA, T.; FEYISSA, T.; NDAKIDEMI, P. A. Characterization of Morphological Diversity of Jute Mallow (*Corchorus Spp.*). *International Journal of Agronomy*, p. 1–12, 2017. Disponível em: <<https://www.hindawi.com/journals/ija/2017/6460498/>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

NORDT, B.; HENSEN, I.; BUCHER, S. F.; FREIBERG, M.; PRIMACK, R. B.; STEVENS, A.; BONN, A.; WIRTH, C.; JAKUBKA, D.; PLOS, C.; SPORBERT, M.; RÖRMERMANN, C. The PhenObs Initiative: A Standardised Protocol for Monitoring Phenological Responses to Climate Change Using Herbaceous Plant Species in Botanical Gardens. *Functional Ecology*, v. 35, n. 4, p. 821–834, 2021. Disponível em: <<https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1365-2435.13747>>. Acesso em: 3 jun. 2026.

NOSHITA, K.; MURATA, H.; KIRIE, S. Model-Based Plant Phenomics on Morphological Traits Using Morphometric Descriptors. *Breeding Science*, v. 72, n. 1, p. 19–30, 2022. Disponível em: <[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsbbs/72/1/72\\_21078/\\_article](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsbbs/72/1/72_21078/_article)>. Acesso em: 27 abr. 2026.

OVALLE M., C.; BUSTOS B., P.; DEL POZO L., A.; AVENDAÑO R., J.; ARREDONDO S., S. CARACTERIZACIÓN PRELIMINAR DE UNA COLECCIÓN DE LEGUMINOSAS FORRAJERAS ANUALES PARA LA ZONA MEDITERRANEA DE CHILE. *Agricultura Técnica*, v. 63, n. 2, 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0365-28072003000200005&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072003000200005&lng=en&nrm=iso&tlng=en)>. Acesso em: 27 abr. 2026.

PAIVA, D. C.; RODDY, A. B. Flower Longevity and Size Are Coordinated with Ecophysiological Traits in a Tropical Montane Ecosystem. *New Phytologist*, v. 244, n. 2, p. 344–350, 2024. Disponível em: <<https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/nph.20027>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

RIGLET, L.; ZARDILIS, A.; FAIRNIE, A. L.; YEO, M. T.; JÖNSSON, H.; MOYROUD, E. Hibiscus Bullseyes Reveal Mechanisms Controlling Petal Pattern Proportions That Influence Plant-Pollinator Interactions. *Science Advances*, v. 10, n. 37, p. eadp5574, 2024.

ROTUNDO, J. L.; BORRÁS, L.; DE BRUIN, J.; PEDERSEN, P. Physiological Strategies for Seed Number Determination in Soybean: Biomass Accumulation, Partitioning and Seed Set Efficiency. *Field Crops Research*, v. 135, p. 58–66, 2012. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378429012002110>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

SALGOTRA, R. K.; CHAUHAN, B. S. Genetic Diversity, Conservation, and Utilization of Plant Genetic Resources. *Genes*, v. 14, n. 1, p. 174, 2023. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2073-4425/14/1/174>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

SANABRIA-VERÓN, N. C.; MELO, C. A. F. D.; DE SOUSA NUNES, G. H.; DA COSTA SILVA, D.; DE SOUZA, M. M.; CORRÊA, R. X. Floral Characteristics and Reproductive Biology in Brazilian Melon Accessions: Insights from Commercial and Exotic Varieties. *Plants*, v. 14, n. 19, p. 3047, 2025. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2223-7747/14/19/3047>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

SCHERMER, É.; BEL-VENNER, M.; GAILLARD, J.; DRAY, S.; BOULANGER, V.; LE RONCÉ, I.; OLIVER, G.; CHUINE, I.; DELZON, S.; VENNER, S. Flower Phenology as a Disruptor of the Fruiting Dynamics in Temperate Oak Species. *New Phytologist*, v. 225, n. 3, p. 1181–1192, 2020. Disponível em: <<https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/nph.16224>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

SHAPIRO, S.; WILK, M. An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). *Biometrika*, n. 52 (3/4), p. 591–611. 1965. DOI: 10.2307/2333709.

SHAVRUKOV, Y.; KURISHBAYEV, A.; JATAYEV, S.; SHVIDCHENKO, V.; ZOTOVA, L.; KOEKEMOER, F.; DE GROOT, S.; SOOLE, K.; LANGRIDGE, P. Early Flowering as a Drought Escape Mechanism in Plants: How Can It Aid Wheat Production? *Frontiers in Plant Science*, v. 8, p. 1950, 2017. Disponível em: <<http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fpls.2017.01950/full>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

SREEKANTA, S.; HAANING, A.; DOBBELS, A.; O'NEILL, R.; HOFSTAD, A.; VIRDI, K.; KATAGIRI, F.; STUPAR, R. M.; MUEHLBAUER, G. J.; LORENZ, A. J. Variation in Shoot Architecture Traits and Their Relationship to Canopy Coverage and Light Interception in Soybean (*Glycine Max*). *BMC Plant Biology*, v. 24, n. 1, p. 194, 2024. Disponível em: <<https://bmcpplantbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12870-024-04859-2>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

STEINER, F.; ZUFFO, A. M.; BUSCH, A.; SOUSA, T. D. O.; ZOZ, T. Does Seed Size Affect the Germination Rate and Seedling Growth of Peanut under Salinity and Water Stress? *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 49, p. e54353, 2019. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1983-40632019000100213&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-40632019000100213&tlng=en)>. Acesso em: 27 abr. 2026.

STRASSBURGER, A. S.; PEIL, R. M. N.; SCHWENGBER, J. E.; MEDEIROS, C. A. B.; MARTINS, D. D. S.; SILVA, J. B. E. Crescimento e produtividade de cultivares de morangueiro de “dia neutro” em diferentes densidades de plantio em sistema de cultivo orgânico. *Bragantia*, v. 69, n. 3, p. 623–630, 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0006-87052010000300014&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052010000300014&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 3 jun. 2026.

TANG, M.; ZHAO, W.; XING, M.; ZHAO, J.; JIANG, Z.; YOU, J.; NI, B.; NI, Y.; LIU, C.; LI, J.; CHEN, X. Resource Allocation Strategies among Vegetative Growth, Sexual Reproduction, Asexual Reproduction and Defense during Growing Season of *Aconitum Kusnezoffii* Reichb. *The Plant Journal*, v. 105, n. 4, p. 957–977, 2021. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/tbj.15080>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

TANG, W.; GUO, H.; BASKIN, C. C.; XIONG, W.; YANG, C.; LI, Z.; SONG, H.; WANG, T.; YIN, J.; WU, X.; MIAO, F.; ZHONG, S.; TAO, Q.; ZHAO, Y.; SUN, J. Effect of Light Intensity on Morphology, Photosynthesis and Carbon Metabolism of Alfalfa (*Medicago Sativa*) Seedlings. *Plants*, v. 11, n. 13, p. 1688, 2022. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2223-7747/11/13/1688>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

TANG, W.; GUO, H.; BASKIN, C. C.; XIONG, W.; YANG, C.; LI, Z.; SONG, H.; WANG, T.; YIN, J.; WU, X.; MIAO, F.; ZHONG, S.; TAO, Q.; ZHAO, Y.; SUN, J. Effect of Light Intensity on Morphology, Photosynthesis and Carbon Metabolism of Alfalfa (*Medicago Sativa*) Seedlings. *Plants*, v. 11, n. 13, p. 1688, 2022. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2223-7747/11/13/1688>>. Acesso em: 3 jun. 2026.

TEIXEIRA, G. C. D. S.; STONE, L. F.; HEINEMANN, A. B. Eficiência do uso da radiação solar e índices morfofisiológicos em cultivares de feijoeiro. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 45, n. 1, p. 9–17, 2015. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1983-40632015000100009&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-40632015000100009&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 3 jun. 2026.

TEZERA, M. Variability, Heritability and Genetic Advance of Introduced Upland Rice Genotypes at Fogera in North Western Ethiopia. *Journal of Plant Studies*, v. 10, n. 2, p. 30, 2021. Disponível em: <<https://ccsenet.org/journal/index.php/jps/article/view/0/45937>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

TIGIST, S. G.; SIBIYA, J.; AMELEWORK, A.; KENENI, G. Agromorphological and Physiological Performance of Ethiopian Common Bean (*Phaseolus Vulgaris* L.) Genotypes under Different Agroecological Conditions. *Plants*, v. 12, n. 12, p. 2342, 2023a. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2223-7747/12/12/2342>>. Acesso em: 3 jun. 2026.

TIGIST, S. G.; SIBIYA, J.; AMELEWORK, A.; KENENI, G. Agromorphological and Physiological Performance of Ethiopian Common Bean (*Phaseolus Vulgaris* L.) Genotypes under Different Agroecological Conditions. *Plants*, v. 12, n. 12, p. 2342, 2023b. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2223-7747/12/12/2342>>. Acesso em: 3 jun. 2026.

TREVIZAN, R.; OLIVEIRA, P. E.; BRITO, V. L. G.; OLIVEIRA, L.; TELLES, F. Bract Size Affects Resource Availability and Fruit Set in a Hummingbird-pollinated Plant with Distyly Polymorphism. *Plant Biology*, v. 27, n. 7, p. 1478–1487, 2025. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/plb.70079>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

TRIPATHI, A.; POHANKOVÁ, E.; FISCHER, M.; ORSÁG, M.; TRNKA, M.; KLEM, K.; MAREK, M. The Evaluation of Radiation Use Efficiency and Leaf Area Index Development for the Estimation of Biomass Accumulation in Short Rotation Poplar and Annual Field Crops. *Forests*, v. 9, n. 4, p. 168, 2018. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1999-4907/9/4/168>>. Acesso em: 3 jun. 2026.

TSOGTSAIKHAN, T.; YANG, X.; GAO, R.; LIU, J.; TANG, W.; LIU, G.; YE, X.; HUANG, Z. Biomass Allocation between Reproductive and Vegetative Organs of *Artemisia* along a Large Environmental Gradient. *BMC Plant Biology*, v. 25, n. 1, p. 27, 2025. Disponível em: <<https://bmcpplantbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12870-024-06030-3>>. Acesso em: 3 jun. 2026.

UTKIN, A.; ERMOLOVA, L.; UTKINA, I.; DULEPOVA, N.; ROSBAKH, S. Utkin et al.'s Dataset on Specific Leaf Area. *Ecology*, v. 103, n. 7, p. e3714, 2022. Disponível em: <<https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ecy.3714>>. Acesso em: 3 jun. 2026.

VALDÉS, A.; EHRLÉN, J. Flower Position within Plants Influences Reproductive Success Both Directly and via Phenology. *American Journal of Botany*, v. 111, n. 10, p. e16405, 2024. Disponível em: <<https://bsapubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ajb2.16405>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

VELÁZQUEZ-ROSAS, N.; RUIZ-GUERRA, B.; SÁNCHEZ-CORONADO, M. E.; GAMBOA-DE BUEN, A.; OROZCO-SEGOVIA, A. Morphological Variation in Fruits and Seeds of *Ceiba Aesculifolia* and Its Relationship with Germination and Seedlings Biomass. *Botanical Sciences*, v. 95, n. 1, p. 81–91, 2017. Disponível em: <<https://www.botanicalsciences.com.mx/index.php/botanicalSciences/article/view/636>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

VILLELLAS, J.; EHRLÉN, J.; CRONE, E. E.; CSERGŐ, A. M.; GARCIA, M. B.; LAINE, A.; ROACH, D. A.; SALGUERO-GÓMEZ, R.; WARDLE, G. M.; CHILDS, D. Z.; ELDERD, B. D.; FINN, A.; MUNNÉ-BOSCH, S.; BACHELOT, B.; BÓDIS, J.; BUCCHAROVA, A.; CARUSO, C. M.; CATFORD, J. A.; COGHILL, M.; COMPAGNONI, A.; DUNCAN, R. P.; DWYER, J. M.; FERGUSON, A.; FRASER, L. H.; GRIFFOUL, E.; GROENTEMAN, R.; HAMRE, L. N.; HELM, A.; KELLY, R.; LAANISTO, L.; LONATI, M.; MÜNZBERGOVÁ, Z.; NUCHE, P.; OLSEN, S. L.; OPREA, A.; PÄRTEL, M.; PETRY, W. K.; RAMULA, S.; RASMUSSEN, P. U.; ENRI, S. R.; ROEDER, A.; ROSCHER, C.; SCHULTZ, C.; SKARPAAS, O.; SMITH, A. L.; TACK, A. J. M.; TÖPPER, J. P.; VESK, P. A.; VOSE, G. E.; WANDRAG, E.; WINGLER, A.; BUCKLEY, Y. M. Phenotypic Plasticity Masks Range-wide Genetic Differentiation for Vegetative but Not Reproductive Traits in a Short-lived Plant. *Ecology Letters*, v. 24, n. 11, p. 2378–2393, 2021. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ele.13858>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

WANG, X.; SUN, J.; YI, Z.; DONG, S. Effects of Seed Size on Soybean Performance: Germination, Growth, Stress Resistance, Photosynthesis, and Yield. *BMC Plant Biology*, v. 25, n. 1, p. 219, 2025. Disponível em: <<https://bmcpplantbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12870-025-06224-3>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

WANG, Y.; PENG, Y.; GUO, H. To Curve for Survival: Apical Hook Development. *Journal of Integrative Plant Biology*, v. 65, n. 2, p. 324–342, 2023. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jipb.13441>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

WINGLER, A.; SOUALIOU, S. Overcoming Physiological Trade-Offs between Flowering Time and Crop Yield: Strategies for a Changing Climate. *Journal of Experimental Botany*, v. 76, n. 10, p. 2646–2658, 2025. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jxb/article/76/10/2646/8069161>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

YOSHINAKA, K.; NAGASHIMA, H.; YANAGITA, Y.; HIKOSAKA, K. The Role of Biomass Allocation between Lamina and Petioles in a Game of Light Competition in a Dense Stand of an Annual Plant. *Annals of Botany*, v. 121, n. 5, p. 1055–1064, 2018. Disponível em: <<https://academic.oup.com/aob/article/121/5/1055/4818231>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

YOSHINAKA, K.; NAGASHIMA, H.; YANAGITA, Y.; HIKOSAKA, K. The Role of Biomass Allocation between Lamina and Petioles in a Game of Light Competition in a Dense Stand of an Annual Plant. *Annals of Botany*, v. 121, n. 5, p. 1055–1064, 2018. Disponível em: <<https://academic.oup.com/aob/article/121/5/1055/4818231>>. Acesso em: 3 jun. 2026.

ZENG, X.; DURKA, W.; WELK, E.; FISCHER, M. Heritability of Early Growth Traits and Their Plasticity in 14 Woody Species of Chinese Subtropical Forest. *Journal of Plant Ecology*, v. 10, n. 1, p. 222–231, 2017. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jpe/jpe/article/2966828/Heritability>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

ZENG, X.; DURKA, W.; WELK, E.; FISCHER, M. Heritability of Early Growth Traits and Their Plasticity in 14 Woody Species of Chinese Subtropical Forest. *Journal of Plant Ecology*, v. 10, n. 1, p. 222–231, 2017. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jpe/jpe/article/2966828/Heritability>>. Acesso em: 3 jun. 2026.

ZHANG, K.; ZHAI, C.; LI, Y.; LI, Y.; QU, H.; SHEN, Y. Effect of Nitrogen Application and Cutting Frequency on the Yield and Forage Quality of Alfalfa in Seasonal Cultivation. *Agriculture*, v. 13, n. 5, p. 1063, 2023. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2077-0472/13/5/1063>>. Acesso em: 3 jun. 2026.

RESPOSTAS MORFOFISIOLÓGICAS DE ACESSOS DE MALVA (*Urena lobata* L.) SOB DIFERENTES PERÍODOS DE CORTE

## Resumo

O desempenho produtivo de *Urena lobata* L. está diretamente associado à interação entre fatores genéticos e estratégias de manejo, especialmente o período de corte, que influencia a dinâmica morfofisiológica e nutricional da cultura. Objetivou-se avaliar as respostas de crescimento, fisiologia, e qualidade bromatológica de cinco acessos de malva (ANÃ, ANR, CAA, IRN e MAC) submetidos a diferentes períodos de corte (30, 60, 90 e 120 dias após a emergência – DAE). O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 5×4, com quatro repetições, em Latossolo Amarelo distrófico. Foram avaliadas variáveis morfofisiológicas, índices de crescimento, parâmetros fotossintéticos e atributos nutricionais e bromatológicos. Os períodos de corte mais tardios (90 e 120 DAE) intensificaram o crescimento vegetativo e o acúmulo de biomassa, refletidos no aumento da altura, diâmetro do caule e massa seca da parte aérea. Em contrapartida, houve redução nos teores de N e proteína bruta ao longo do ciclo, atribuída ao efeito de diluição, embora o acúmulo total de N tenha aumentado. As variáveis foliares evidenciaram interação entre acessos e períodos, indicando ajustes morfofisiológicos, enquanto os parâmetros fotossintéticos permaneceram estáveis e as taxas de crescimento não diferiram entre genótipos. Os acessos ANÃ, CAA, IRN e MAC destacaram-se pelo elevado potencial para a produção de fibras, possibilitando maior obtenção de matéria-prima em menor tempo de cultivo. Para uso forrageiro, os acessos IRN e ANR apresentaram desempenho superior, sendo os períodos de corte entre 60 e 90 DAE os mais adequados para conciliar qualidade nutricional e produção de biomassa. Esses resultados indicam grande relevância para a dinamização da cadeia produtiva da malva na Amazônia.

Palavras-chave: crescimento vegetativo, nitrogênio (N); prolina, qualidade nutricional

### Abstract

The productive performance of *Urena lobata* L. is directly associated with the interaction between genetic factors and management strategies, particularly the cutting period, which influences the morphophysiological and nutritional dynamics of the crop. This study aimed to evaluate the growth, physiological responses, and bromatological quality of five mallow accessions (ANÃ, ANR, CAA, IRN, and MAC) subjected to different cutting periods (30, 60, 90, and 120 days after emergence – DAE). The experiment was conducted in a randomized complete block design using a  $5 \times 4$  factorial arrangement with four replications on a dystrophic Yellow Oxisol. Morphophysiological variables, growth indices, photosynthetic parameters, and nutritional and bromatological attributes were evaluated. The later cutting periods (90 and 120 DAE) promoted greater vegetative growth and biomass accumulation, reflected by increases in plant height, stem diameter, and shoot dry mass. In contrast, nitrogen and crude protein contents decreased throughout the crop cycle due to a dilution effect, although total nitrogen accumulation increased. Leaf-related variables showed significant interactions between accessions and cutting periods, indicating morphophysiological adjustments, whereas photosynthetic parameters remained stable and growth rates did not differ among genotypes. The ANÃ, CAA, IRN, and MAC accessions exhibited high potential for fiber production, allowing greater raw material yield within a shorter cultivation period. For forage use, the IRN and ANR accessions showed superior performance, with cutting periods between 60 and 90 DAE being the most suitable for balancing nutritional quality and biomass production. These findings highlight the considerable potential of *Urena lobata* L. to strengthen and diversify the mallow production chain in the Amazon.

**Keywords:** vegetative growth; nitrogen (N); proline; nutritional quality

## 1 INTRODUÇÃO

A malva (*Urena lobata* L.), pertencente à família Malvaceae, é uma espécie amplamente distribuída em regiões tropicais e subtropicais, destacando-se pela elevada rusticidade, rápido crescimento e expressiva plasticidade fenotípica (BENTES, 2015). Na região amazônica, a espécie assume relevância estratégica em múltiplas dimensões, produção de fibras, geração de biomassa foliar, aproveitamento de sementes e potencial forrageiro, o que amplia sua importância no contexto dos sistemas produtivos regionais e reforça seu papel como cultura multifuncional nos agroecossistemas da Amazônia (GOMES et al., 2019).

Do ponto de vista socioeconômico, a cultura da malva ocupa posição central na economia de comunidades tradicionais e agricultores familiares do estado do Amazonas, notadamente nas áreas de várzea, planícies inundáveis periodicamente submetidas ao pulso de cheia dos rios amazônicos. Nesses ambientes, o cultivo de *U. lobata* L. para a produção de fibras constitui a principal atividade geradora de renda para inúmeras famílias ribeirinhas, sendo a fibra extraída amplamente utilizada na indústria têxtil e na produção de cordoaria, sacaria e artefatos artesanais (BENTES, 2015).

O Amazonas destaca-se entre os principais estados produtores de fibra de malva do Brasil, com a produção concentrada nas regiões de várzea do médio e baixo Amazonas, onde as condições edafoclimáticas, solos aluviais férteis, elevada umidade relativa e temperaturas médias anuais acima de 26 °C, favorecem o desenvolvimento vigoroso da cultura (IBGE, 2023). Estima-se que a cadeia produtiva da malva envolva diretamente milhares de produtores rurais no estado, sendo a atividade frequentemente associada à agricultura de subsistência e à geração de excedentes comercializáveis nos mercados locais e regionais, o que confere à cultura relevância não apenas econômica, mas também social e cultural (HOMMA, 2010).

Apesar de sua expressiva importância socioeconômica, o estado do Amazonas ainda apresenta dependência externa quanto ao fornecimento de sementes de malva, especialmente provenientes do estado do Pará, evidenciando a necessidade urgente de geração de conhecimento técnico-científico que subsidie a produção local de sementes e fortaleça a autonomia produtiva regional (BENTES, 2015). Paralelamente, a quase totalidade dos estudos agrônômicos disponíveis sobre a espécie concentra-se em aspectos ligados à produção de fibras, havendo evidente escassez de estudos voltados à caracterização morfofisiológica, bromatológica e bioquímica de distintos genótipos sob as condições específicas da Amazônia. Essa lacuna é particularmente relevante diante da crescente demanda por alternativas

forrageiras adaptadas às condições tropicais úmidas, capazes de sustentar a produção animal em bases ecológicas e economicamente viáveis (SILVA et al., 2011).

O potencial de uso de *U. lobata* L. na alimentação animal constitui uma fronteira promissora, ainda pouco explorada cientificamente. A espécie apresenta biomassa foliar abundante, com composição bromatológica que inclui teores relevantes de proteína bruta, minerais e compostos energéticos, credenciando-a como fonte suplementar de nutrientes para ruminantes em sistemas de produção familiar (MOURA et al., 2015; FREITAS et al., 2019). Adicionalmente, sua elevada produção de fitomassa em curtos intervalos de tempo sugere viabilidade para uso em sistemas de corte e fornecimento no cocho, representando uma estratégia de diversificação e agregação de valor aos sistemas produtivos tradicionais das comunidades de várzea do Amazonas

A variabilidade genética entre acessos de malva condiciona estratégias distintas de alocação de assimilados, arquitetura do dossel e eficiência de uso de recursos, refletindo diretamente no desempenho produtivo e na composição química da biomassa (GOMES et al., 2019). Paralelamente, o manejo por cortes, definidos em dias após a emergência (DAE), modula o balanço fonte-dreno e a partição de biomassa entre estruturas vegetativas e reprodutivas, de modo que cortes mais frequentes favorecem o acúmulo de massa foliar com maior valor nutritivo, enquanto intervalos maiores permitem o avanço do ciclo fenológico e podem incrementar a produção de sementes (LODOLINI et al., 2023; TANG et al., 2025). A definição do momento ideal de corte representa, portanto, uma das principais decisões de manejo para a maximização simultânea da produtividade e da qualidade nutricional da espécie.

A integração entre variáveis morfofisiológicas, estado nutricional, composição centesimal e indicadores bioquímicos, como a prolina, reconhecida como marcador de estresse osmótico e oxidativo, é fundamental para elucidar os mecanismos de adaptação de distintos genótipos frente às variações ambientais características dos ambientes de várzea amazônica (KESARI et al., 2012). Adicionalmente, parâmetros de eficiência fotossintética contribuem para a compreensão da capacidade da planta em sustentar o crescimento vegetativo sob distintos intervalos de corte (SIPKA et al., 2021). Além dos atributos agronômicos e fisiológicos, a identificação de metabólitos secundários com potencial nutracêutico amplia as perspectivas de aproveitamento da malva, evidenciando seu valor como fonte de compostos bioativos de interesse para os setores alimentício, farmacêutico e cosmético. A escassez de estudos sistemáticos integrando essas dimensões para *U. lobata* L. nas condições da Amazônia reforça a necessidade de investigações que orientem o desenvolvimento de cultivares superiores e práticas de manejo sustentáveis para os produtores de malva da região.

Diante desse contexto, objetivou-se avaliar os parâmetros morfofisiológicos de diferentes acessos de *U. lobata* L., submetidos a distintos períodos de corte, visando identificar materiais promissores para a produção de fibras e forragem nas condições edafoclimáticas da Amazônia.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área do experimento

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas-FAEXP/UFAM, localizada na BR 174, Km 922. O solo da área é caracterizado como Latossolo Amarelo distrófico, cujas propriedades químicas na camada de 0-20 cm foram pH (CaCl<sub>2</sub>) = 4,40; matéria orgânica (MO) = 11,40 g dm<sup>-3</sup>; P-Mehlich = 6,00 mg dm<sup>-3</sup>; K = 12,00 mg dm<sup>-3</sup>; Ca = 0,55 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 0,50 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al = 0,30 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H + Al = 3,04 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; saturação por base = 26,39%; argila = 83 dag kg<sup>-1</sup>. O clima da região é definido como tropical úmido segundo a classificação de Köppen, com precipitação média anual em torno de 2362 mm (MARQUES FILHO et al., 1981).

### 2.2 Coleta dos acessos de malva

As coletas foram realizadas no período de agosto a outubro de 2022 e ocorreu nos municípios que compõem o Centro de Produção de Fibras de Malva no estado do Amazonas (IDAM, 2015), sendo eles: Anamã, Anori, Caapiranga, Iranduba e Manacapuru, os quais formaram uma coleção de acessos de malva na Fazenda Experimental.

### 2.3 Delineamento experimental e Tratamentos

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 5x4, constituído por cinco acessos de malva (ANÃ, ANR, CAA, IRN, MAC) e quatro períodos de corte (30, 60, 90 e 120 dias após emergência, DAE), com quatro repetições.

### 2.4 Preparo da área experimental

Foi efetuado a limpeza, aração e gradagem da área experimental. Em seguida, foi realizado a demarcação que correspondeu a 23 m de largura por 26 m de comprimento, perfazendo uma área total de 598 m<sup>2</sup>. A área foi dividida em quatro blocos, sendo cada bloco constituído de cinco parcelas que corresponderam a cinco acessos de malva. Cada parcela foi composta de 12 linhas de cinco metros de comprimento com espaçamento de 0,25 m entre

linhas e entre plantas, perfazendo uma área de 15 m<sup>2</sup> com 240 plantas. As parcelas foram espaçadas por 2,0 m. As linhas externas de cada parcela, bem como os extremos das linhas centrais, constituíram a bordadura, considerando a região central como área útil para as avaliações.

## 2.5 Adubação mineral e semeadura

Foi realizado adubação mineral conforme descrito no Comunicado Técnico da EMBRAPA (DIAS; XAVIER; BARRETO, 2008), onde foi aplicado 40 Kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 80 Kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, utilizando como fontes de nutrientes o sulfato de amônio, superfosfato triplo e cloreto de potássio. No plantio, foi aplicado todo o fósforo e metade do potássio (40 Kg ha<sup>-1</sup>) que foram postos 4 cm abaixo e 3 cm ao lado das sementes. O restante, por sua vez, foi aplicado em cobertura, quando realizado o desbaste.

Antes da semeadura, as sementes foram submetidas ao processo de quebra de dormência em água a 80 °C pelo período de 2 minutos e em seguida foram postas para secar em ambiente protegido, seguindo as Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009). Após esse procedimento, as sementes foram semeadas, colocando-se 3 sementes diretamente no solo.

## 2.6 Coleta das plantas e preparo das amostras

Quando as plantas atingiram os períodos previamente estabelecidos para as avaliações (30, 60, 90 e 120 dias após a emergência – DAE), foram mensuradas a altura e o diâmetro do caule. Em seguida, procedeu-se à coleta aleatória de 17 plantas por parcela experimental, realizando-se o corte a 5 cm acima da superfície do solo.

Das plantas amostradas, duas foram selecionadas para a avaliação dos parâmetros de crescimento e separadas em folhas e caules. Cada fração vegetal foi imediatamente pesada para a determinação da massa fresca (PEIXOTO; PEIXOTO, 2009)). Posteriormente, as folhas foram submetidas à mensuração da área foliar por meio de escaneamento digital, utilizando-se o equipamento Scanner CI-202 (SILVA et al., 2024).

Após a determinação da área foliar, as frações de folhas e caules foram acondicionadas separadamente em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 65 °C, durante 72 horas ou até atingirem massa constante. Em seguida, as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001 g para obtenção da massa seca de cada fração. A partir dos dados de área foliar e massa seca, foram calculados os parâmetros de crescimento das plantas (SANTOS et al., 2024).

As 15 plantas remanescentes de cada parcela foram destinadas às análises nutricionais, bioquímicas e bromatológicas. Para tanto, o material vegetal foi acondicionado em sacos de papel e submetido à secagem em estufa de circulação forçada de ar a 55 °C por 72 horas, ou até atingir massa constante. Posteriormente, as amostras foram processadas em moinho tipo Willey, utilizando peneira com malha de 1 mm, e armazenadas em sacos plásticos devidamente identificados até a realização das análises laboratoriais.

#### 2.6.1 Análise dos parâmetros de crescimento de acessos de malva

Foram determinadas as taxas de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR). A TCA foi calculada pela expressão  $TCA = (Y_{final} - Y_{inicial}) / (Tempo\ final - Tempo\ inicial)$ , em que TCA corresponde à taxa de crescimento absoluto da variável dependente;  $Y_{final}$  e  $Y_{inicial}$  representam, respectivamente, os valores final e inicial da variável altura; e Tempo final e Tempo inicial referem-se aos tempos final e inicial de avaliação (dias). A TCR foi estimada por meio da equação  $TCR = [\ln(Y_{final}) - \ln(Y_{inicial})] / (Tempo\ final - Tempo\ inicial)$ , conforme proposto por Davanzo et al. (2002), em que TCR corresponde à taxa de crescimento relativo da variável dependente, sendo os demais termos definidos conforme descrito anteriormente.

Com base nos dados obtidos de massa úmida e seca, foram determinados a massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC) e massa seca da parte aérea (MSPA), sendo esta calculada pela soma de MSF e MSC. A área foliar (AF) foi utilizada para o cálculo de área foliar específica (AFE), obtida pela razão entre a área foliar e a massa seca foliar, conforme descrito por Benincasa (2003).

#### 2.6.2 Teor e acúmulo de nitrogênio de acessos de malva (*Urena lobata* L.)

A determinação do N total foi realizada pelo método de Kjeldahl, em duas etapas sequenciais. Na digestão, 0,1 g de tecido foliar moído foram transferidos para tubos de digestão, aos quais se adicionaram 5 mL de solução digestora (sulfato de cobre, selenito de sódio, ácido salicílico e ácido sulfúrico concentrado). O aquecimento foi conduzido em bloco digestor com incrementos de 50 °C a cada 20 minutos, de 50 °C a 350 °C, até obtenção de extrato incolor com vapores brancos densos e volume final aproximado de 1 mL. Após resfriamento e diluição com 20 mL de água destilada, adicionaram-se 15 mL de NaOH 40% para liberação da amônia, que foi destilada e recolhida em 10 mL de solução de ácido bórico com indicador misto, encerrando-se a destilação ao atingir 60 mL de solução coletada (coloração verde-menta). A titulação foi realizada com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,01 N até coloração rósea permanente, e o teor de nitrogênio

total calculado considerando o volume de ácido consumido, o branco analítico e a massa da amostra (EMBRAPA, 1999). O acúmulo de N na MSF, foi calculado da seguinte maneira: AN (g ou mg planta<sup>-1</sup>) = concentração de nitrogênio (g ou mg kg<sup>-1</sup>) x MSPA (g).

### 2.6.3 Teor e acúmulo de prolina de acessos de malva (*Urena lobata* L.)

A determinação do teor de prolina foi realizada na MSF, conforme Bates, Waldren e Teare (1973), com adaptação de Leite, Virgens Filho e Rodrigues (2000). As amostras foram maceradas com o uso de pistilo num almofariz e homogeneizadas com 10 ml de ácido sulfossalicílico 3% (p/v). Em seguida, a mistura foi transferida para tubos de microcentrifuga (15 mL) e centrifugada a 6000 rpm por 30 min. Foram coletados 2 mL do sobrenadante e transferidos para tubos de microcentrifuga de 15 mL, onde foram acrescentados 2 mL de solução ácida de ninhidrina (1,25 g de ninhidrina e 2 mL de ácido acético glacial concentrado). Em seguida, os tubos, hermeticamente fechados, foram levados ao banho-maria a 100°C durante 1 hora. Após esse período, os tubos foram colocados em recipientes contendo gelo para finalizar a reação. Após a reação ser interrompida, cada tubo recebeu 4 mL de tolueno, e em seguida, foram agitados (15 a 20 segundos). Os tubos foram deixados em repouso até a mistura formar duas fases, e posteriormente, o sobrenadante foi pipetado em três eppendorfs. A leitura destas amostras foi feita em espectrofotômetro a 520 nm, utilizando-se o tolueno como branco. A concentração de prolina foi estimada com o auxílio de reta padrão previamente estabelecida, sendo os resultados obtidos expressos em micromol de prolina por grama de matéria seca ( $\mu\text{M g}^{-1}$  MSPA<sup>-1</sup>). O acúmulo de prolina na MSF, foi calculado da seguinte maneira: AP (g ou mg planta<sup>-1</sup>) = concentração de prolina (g ou mg kg<sup>-1</sup>) x MSPA (g).

### 2.6.4 Parâmetros fotossintéticos (Fluorescência da clorofila a e índice de clorofila relativo)

A eficiência quântica máxima do fotossistema II (Fv/Fm) e o índice de desempenho na base de absorção (PI<sub>abs</sub>) foram determinados por meio de um fluorômetro portátil (PEA, MK2-9600 – Hansatech, Norfolk, Reino Unido). Para a realização das medições, as folhas selecionadas foram previamente submetidas a um período de adaptação ao escuro de 30 minutos, utilizando cliques apropriados, a fim de assegurar a completa oxidação do sistema fotossintético de transporte de elétrons. Em seguida, aplicou-se um pulso de luz saturante de alta intensidade (3000  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), com comprimento de onda de 650 nm durante 1 segundo. As respostas relacionadas aos transientes da fluorescência da clorofila a foram obtidas com o

auxílio do software específico Handy PEA (versão 1.30), sendo os parâmetros calculados de acordo com as equações do teste JIP descritas por Strasser et al. (2010).

O índice relativo de clorofila (SPAD) foi determinado em folhas completamente expandidos por meio de um medidor portátil de clorofila (SPAD-502). As leituras foram realizadas na região mediana de cada folíolo, no espaço entre as nervuras, no período entre 09h e 11h, sendo efetuadas duas medições por folíolo. O valor do índice SPAD correspondeu à média de dez leituras obtidas com o equipamento em cada unidade experimental, conforme metodologia descrita por Freiburger et al. (2013).

#### 2.6.5 Parâmetros bromatológicos de acessos de malva (*Urena lobata* L.)

Após moagem do material vegetal seco, as amostras foram submetidas à determinação de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) conforme metodologia descrito por Silva e Queiroz (2012). A determinação de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) será conforme metodologia proposta por Van Soest et al. (1991).

#### 2.7 Análises estatísticas

Os resultados dos parâmetros de crescimento, nutricionais, bioquímicos, fotossintéticos, bromatológicos foram submetidos à avaliação dos pressupostos de normalidade, por meio do teste de Shapiro-Wilk (SHAPIRO; WILK, 1965), e de homogeneidade das variâncias, utilizando o teste de Levene (LEVENE, 1960). As variáveis que atenderam a esses pressupostos foram analisadas por meio de análise de variância (ANOVA). Quando o teste F indicou efeito significativo ( $p < 0,05$ ), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Todas as análises foram realizadas no software RStudio, com o pacote ExpDes (2020).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Parâmetros de crescimento de acessos de malva (*Urena lobata* L.)

Os parâmetros morfofisiológicos avaliados evidenciam respostas diferenciadas entre os acessos de *U. lobata* L. em função do tempo de crescimento (DAE), refletindo não apenas o potencial genético intrínseco, mas também distintas estratégias de alocação de recursos ao longo do desenvolvimento ontogenético. Tal variabilidade indica que os acessos apresentam padrões contrastantes de crescimento e uso de assimilados, os quais se manifestam de forma dependente do estágio fenológico.

A altura de plantas apresentou incremento progressivo ao longo dos 120 dias após a emergência, sendo significativamente influenciada ( $p < 0,05$ ) pelos períodos de corte, o que caracteriza um padrão de crescimento predominantemente linear dentro do intervalo avaliado. Os maiores e menores valores foram observados no corte aos 120 e 30 DAE, respectivamente, evidenciando a forte dependência dessa variável em relação ao tempo de desenvolvimento (Figura 1 B). Entre os acessos, constatou-se variabilidade significativa, com determinados genótipos, como ANÃ e CAA, apresentando maior vigor inicial, enquanto outros, como ANR, exibiram crescimento mais tardio, porém contínuo e sustentado (Figura 1 A). Esse padrão de resposta sugere diferenças na eficiência de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e na capacidade fotossintética líquida, fatores determinantes para o crescimento longitudinal e para o estabelecimento competitivo da cultura (MARCINKEVIČIENĖ et al., 2010; NEESER et al., 1997).

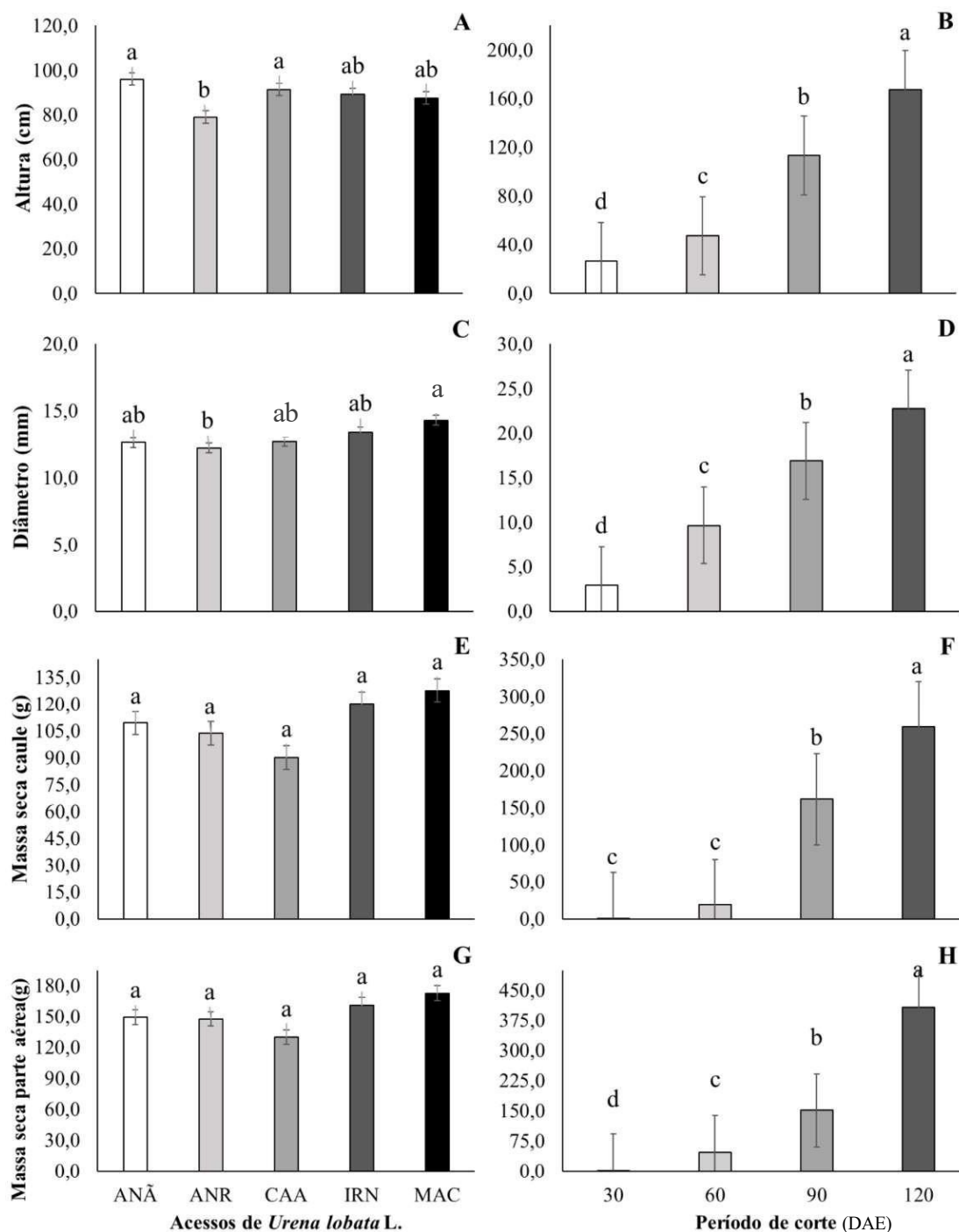


Figura 1. Efeito dos acessos de *Urena lobata* L. (ANÃ, ANR, CAA, IRN e MAC) (A, C, E, G) e do período de corte (dias após a emergência – DAE) (B, D, F, H) sobre a altura de plantas (A, B), diâmetro do caule (C, D), massa seca do caule (E, F) e massa seca da parte aérea (G, H), ao longo de 120 dias de cultivo (n = 4). Barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

O diâmetro do caule também foi significativamente influenciado ( $p < 0,05$ ) tanto pelos acessos quanto pelos períodos de corte, apresentando tendência de incremento ao longo do ciclo, semelhante ao observado para a altura de plantas, embora com menor sensibilidade nas fases iniciais de desenvolvimento. Entre os acessos, o maior valor médio foi registrado para

MAC, enquanto ANR apresentou os menores valores, indicando menor investimento em crescimento radial (Figura 1C). Em relação aos períodos de corte, verificou-se que os maiores valores de diâmetro ocorreram nos estádios mais avançados, com destaque para os acessos MAC e IRN (Figura 1D). O aumento do diâmetro ao longo do tempo está diretamente relacionado ao fortalecimento estrutural da planta, decorrente da maior deposição de tecidos de sustentação, especialmente fibras e lignina (ZIO et al., 2020). A superioridade de determinados acessos nesse atributo sugere maior capacidade de suporte mecânico, o que pode representar uma vantagem adaptativa sob condições de manejo intensivo ou ambientes sujeitos a estresses mecânicos (ASAOKA et al., 2024).

A avaliação conjunta da altura de plantas e do diâmetro do caule, principais determinantes morfológicos da produtividade de fibras em plantas liberianas, incluindo *U. lobata* L., revelou que caules mais altos e espessos proporcionam maior área de casca e, consequentemente, maior rendimento de fibra por planta (AMADUCCI et al., 2002; MUKUL et al., 2021). Com base nesses critérios, os acessos ANÃ, CAA, IRN e MAC emergem como os mais promissores para sistemas de produção voltados à extração de fibras nas condições da Amazônia. A inferioridade consistente do acesso ANR em ambas as variáveis morfométricas sugere menor aptidão desse genótipo para a produção de fibras.

A massa seca do caule e da parte aérea foi significativamente influenciada pelos períodos de corte ( $p < 0,05$ ), não sendo observadas diferenças estatísticas entre os acessos (Figura 1E e G). O acúmulo de massa seca do caule e massa seca da parte aérea apresentaram incremento expressivo com o avanço dos DAE, evidenciando a intensificação da produção e alocação de fotoassimilados para estruturas de sustentação (Figura 1F e H). Esse padrão é consistente com o aumento da área foliar e da eficiência fotossintética ao longo do ciclo, resultando em maior capacidade de fixação de carbono (CHEN et al., 2024). A ausência de diferenças entre os acessos para essas variáveis sugere que, embora existam distinções no padrão de crescimento inicial e na arquitetura das plantas, a produção total de biomassa tende a convergir ao longo do ciclo (WERADUWAGE et al., 2015). Ainda assim, a variação significativa entre os períodos de corte indica a existência de estratégias distintas de alocação de biomassa, podendo refletir diferenças na aptidão dos genótipos para produção de fibra ou biomassa total (OSEI-KWARTENG et al., 2022).

Adicionalmente, o efeito dos períodos de corte mostrou-se determinante, com incremento linear ou quase linear para a maioria das variáveis até os 120 DAE. Esse padrão de resposta indica que cortes realizados em estádios precoces, como aos 30 e 60 DAE, restringem o potencial produtivo da cultura, limitando o acúmulo de biomassa. Por outro lado, cortes mais



Ao analisar o efeito dos períodos de corte dentro de cada acesso, observa-se que, para MSF, os acessos ANÃ e ANR apresentaram maiores valores aos 120 DAE, evidenciando incremento contínuo do acúmulo de matéria seca nas folhas. Para os acessos CAA, IRN e MAC, não foram observadas diferenças significativas entre 60 e 120 DAE, sugerindo estabilização do acúmulo foliar a partir de estádios intermediários. Em todos os acessos, os menores valores de MSF foram registrados aos 30 DAE (Figura 2A), o que é consistente com a predominância de tecidos jovens, com maior teor de água e menor deposição de compostos estruturais (IEVINSH, 2023). Por outro lado, ao desdobrar o efeito dos acessos dentro de cada período de corte, verifica-se ausência de diferenças significativas entre os genótipos aos 30 e 60 DAE. Entretanto, nos estádios mais avançados (90 e 120 DAE), os maiores e menores valores de MSF foram observados nos acessos MAC e ANÃ, respectivamente (Figura 2B), evidenciando divergências genotípicas mais pronunciadas em fases tardias do desenvolvimento (BAJAJ et al., 2025).

Em relação à área foliar (AF), a interação entre acessos e períodos de corte também foi significativa ( $p < 0,05$ ), indicando respostas diferenciadas na expansão do aparato fotossintético. Observou-se que os acessos ANÃ, CAA e IRN atingiram seus maiores valores de AF aos 120 DAE, refletindo continuidade na emissão e expansão foliar até estádios mais avançados (FENGRUI, 2000). Em contrapartida, os acessos ANR e MAC apresentaram máximos aos 60 DAE, sugerindo antecipação do pico de expansão foliar. Em todos os acessos, os menores valores foram registrados aos 30 DAE (Figura 2C), o que está associado à fase inicial de estabelecimento da cultura (JOUVE; FERRI, 2021). Ao se analisar o efeito dos acessos dentro de cada período, não foram observadas diferenças significativas aos 30 DAE. Já aos 60 e 90 DAE, os maiores valores de AF foram obtidos no acesso MAC, enquanto aos 120 DAE o acesso CAA se destacou. Os menores valores, por sua vez, foram observados em IRN, ANÃ e ANR aos 60, 90 e 120 DAE, respectivamente (Figura 2D), indicando variações na capacidade de expansão foliar ao longo do ciclo entre os genótipos (MA et al., 2025).

Para a área foliar específica (AFE), também foi constatada interação significativa ( $p < 0,05$ ), com respostas distintas entre os acessos ao longo dos períodos de corte. De modo geral, o acesso IRN não apresentou variação significativa entre os DAE, sugerindo estabilidade na relação entre área e massa foliar. Para os demais acessos (ANÃ, ANR, CAA e MAC), os maiores valores de AFE foram observados nos cortes iniciais, entre 30 e 60 DAE, enquanto os menores valores ocorreram aos 120 DAE (Figura 2E). Esse padrão indica uma transição de folhas mais finas e com maior proporção de tecidos metabólicos, nos estádios iniciais, para folhas mais espessas e densas em estádios avançados, associadas ao aumento de tecidos estruturais (MA et al., 2025). Ao desdobrar o efeito dos acessos dentro de cada período de corte,

observa-se que não houve diferenças significativas aos 90 e 120 DAE. Entretanto, aos 30 DAE, os acessos ANÃ e CAA apresentaram maiores valores de AFE, enquanto aos 60 DAE destacaram-se ANÃ e MAC (Figura 2F), indicando maior eficiência inicial na formação de área foliar por unidade de biomassa (LV et al., 2023).

Em conjunto, esses resultados evidenciam que as características foliares são altamente sensíveis à interação entre fatores genéticos e ontogenéticos, refletindo ajustes morfofisiológicos que influenciam diretamente a interceptação de radiação, a eficiência fotossintética, o acúmulo de biomassa e, consequentemente, o desempenho produtivo de *U. lobata* L. ao longo do ciclo de desenvolvimento. Para a área foliar (AF), os valores observados aos 90 dias após a emergência (DAE) foram semelhantes aos relatados por Fernandes (2025), que avaliou diferentes espaçamentos de plantio para produção de fibra em ambientes de várzea no estado do Amazonas e registrou valores variando entre 2.000 e 4.000 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>. Essa similaridade sugere que os acessos avaliados apresentam potencial de expansão foliar compatível com materiais tradicionalmente utilizados na produção de fibra, indicando adequada capacidade de captação de luz e conversão de fotoassimilados em biomassa vegetal.

Na Figura 3, que apresenta os valores da taxa de crescimento absoluto (TCA) e da taxa de crescimento relativo (TCR), verifica-se que não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os acessos de malva (*U. lobata* L.), conforme observado nas Figuras 3A e 3B.

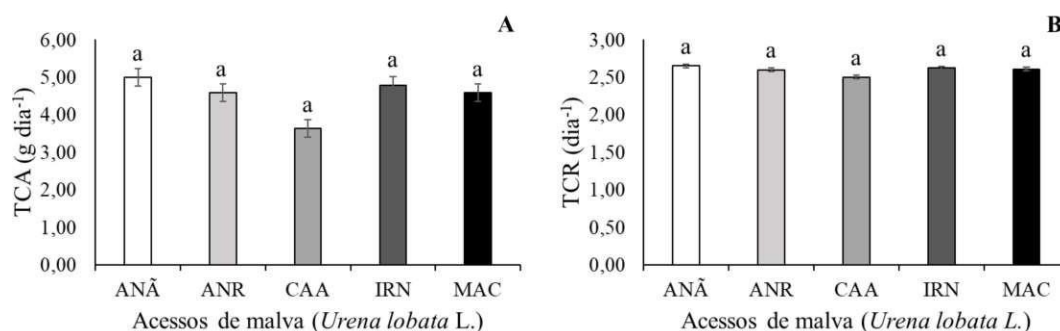


Figura 3. Efeito dos acessos de *Urena lobata* L. (ANÃ, ANR, CAA, IRN e MAC) sobre a Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) (A) e a Taxa de Crescimento Relativo (TCR) (B) de plantas de *Urena lobata* L., cultivadas ao longo de 120 dias (n = 4). Barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

A ausência de diferenças significativas entre os acessos para a TCA e a TCR indica padrão fisiológico semelhante quanto à dinâmica de crescimento de *U. lobata* L. Isso sugere que, apesar de variações morfológicas observadas em outras variáveis, a eficiência de acúmulo e utilização de biomassa é relativamente conservada entre os genótipos (BENTO et al., 2021). Esse resultado evidencia equilíbrio no balanço fonte-dreno e padrões semelhantes de assimilação e respiração. Além disso, a integração dos dados ao longo do ciclo pode ter

atenuado possíveis diferenças pontuais entre os acessos em estádios específicos de desenvolvimento (LI et al., 2016).

### 3.2 Teor e acúmulo de nitrogênio de acessos de malva (*Urena lobata* L.)

Observa-se que houve interação significativa ( $p < 0,05$ ) entre os acessos de *U. lobata* L. e os períodos de corte (DAE) para o teor de nitrogênio (N) e o acúmulo de N nas folhas, indicando que a dinâmica nutricional das plantas é dependente da combinação entre genótipo e estágio de desenvolvimento.

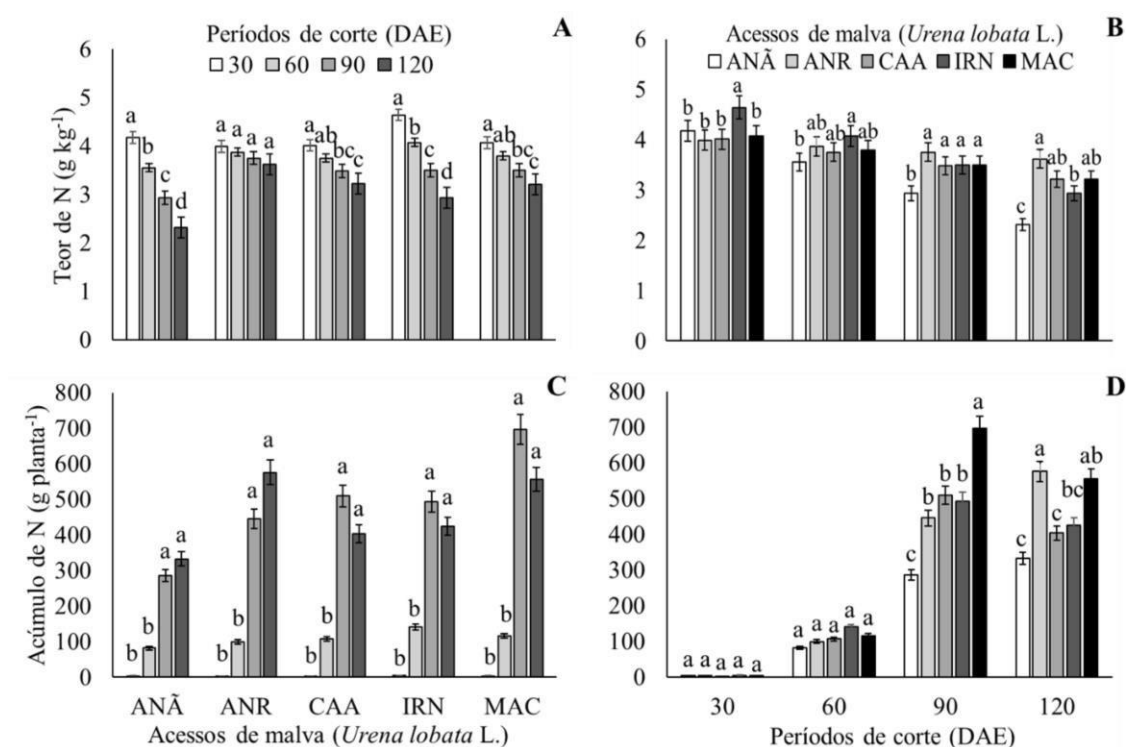


Figura 4. Efeito da interação entre acessos de *Urena lobata* L. (ANÃ, ANR, CAA, IRN e MAC) e períodos de corte (dias após emergência – DAE) sobre o Teor de N (A e B) e o Acúmulo de N (C e D) nas folhas de plantas de *Urena lobata* L., cultivadas ao longo de 120 dias ( $n = 4$ ). Desdobramento dos períodos de corte dentro de cada acesso (A e C) e dos acessos dentro de cada período de corte (B e D). Barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Avaliando, inicialmente, o efeito dos períodos de corte dentro de cada acesso (Figura 4A), verifica-se que o teor de N apresentou, de modo geral, redução ao longo do tempo, com maiores valores observados aos 30 DAE e menores aos 120 DAE, para a maioria dos acessos. Ao analisar o efeito dos acessos dentro de cada período de corte (Figura 4B), observa-se que o acesso IRN apresentou os maiores teores de N aos 30 e 60 DAE em relação aos demais acessos, os quais não diferiram significativamente entre si. Nos períodos mais avançados, aos 90 e 120 DAE, o acesso ANÃ apresentou os menores valores, enquanto os demais acessos exibiram padrão de resposta semelhante entre si.

A redução do teor de N ao longo dos períodos de corte representa um padrão típico em plantas em crescimento e pode ser explicada, principalmente, pelo efeito de diluição do N (GASTAL; LEMAIRE, 2002; ZHOU et al., 2025). Com o avanço do ciclo, ocorre maior acúmulo de biomassa estrutural, caracterizada por menor concentração de N, o que reduz seu teor relativo nas folhas. Esse processo também está associado à redistribuição interna do nutriente e à diminuição da atividade metabólica em tecidos mais maduros (XIAOPING et al., 2008; QIN et al., 2025).

Os maiores teores de N observados nos estádios iniciais (30 e 60 DAE), especialmente no acesso IRN, indicam maior eficiência na absorção e assimilação de N nesse genótipo, possivelmente relacionada à maior atividade de enzimas do metabolismo do N (LIU et al., 2022). Esse padrão favorece o crescimento inicial, uma vez que o N está diretamente associado à síntese de clorofila e proteínas do aparato fotossintético (TANTRAY et al., 2022).

Por outro lado, a redução mais acentuada no acesso ANÃ nos períodos mais avançados (90 e 120 DAE) sugere menor capacidade de manutenção do N foliar ao longo do ciclo, possivelmente em função de maior senescência ou menor eficiência de remobilização (AKHTAR et al., 2024). A similaridade entre os demais acessos nesses estádios indica uma tendência de convergência fisiológica à medida que o desenvolvimento avança (LIU et al., 2025).

De forma geral, os resultados evidenciam que a dinâmica do N em *U. lobata* L. é fortemente dependente do estágio de desenvolvimento, sendo o efeito genotípico mais evidente nos estádios iniciais. Esses resultados reforçam a importância do período de corte, sobretudo quando o objetivo é maximizar o valor nutritivo da biomassa, uma vez que cortes mais precoces preservam maiores teores de N nas folhas.

Para o acúmulo de N, ao avaliar o efeito dos períodos de corte dentro de cada acesso (Figura 4C), observa-se padrão inverso ao teor de N, com incremento significativo ao longo do tempo ( $p < 0,05$ ). Os menores valores foram registrados aos 30 DAE, enquanto os maiores ocorreram aos 90 e 120 DAE em todos os acessos de malva (*U. lobata* L.). Ao analisar o efeito dos acessos dentro de cada período de corte (Figura 4D), verifica-se que as diferenças tornam-se mais evidentes nos estádios finais (90 e 120 DAE), nos quais os acessos de maior crescimento se destacam significativamente quanto ao acúmulo de N. Por outro lado, aos 30 e 60 DAE, não foram observadas diferenças estatísticas entre os acessos.

O incremento do acúmulo de N ao longo dos períodos de corte, em contraste com a redução do teor foliar, reflete o padrão típico de crescimento vegetal, no qual o aumento da biomassa resulta em maior quantidade total de nutrientes acumulados, mesmo com a diluição

de sua concentração nos tecidos (REYES et al., 2015; LIU et al, 2025). Esse padrão de resposta indica que a absorção e assimilação de N permanecem ativas ao longo do ciclo, acompanhando a expansão do sistema radicular e o aumento da demanda metabólica (HAMNÉR et al., 2017; DUAN et al., 2024).

Os maiores valores de acúmulo de N nos estádios mais avançados (90 e 120 DAE) estão diretamente associados ao maior acúmulo de massa seca, evidenciando a relação positiva entre crescimento e aquisição de nutrientes (PLENET; LEMAIRE, 2000). Por outro lado, a ausência de diferenças entre os acessos nos períodos iniciais (30 e 60 DAE) sugere padrão de resposta semelhante quanto à absorção de N nessa fase, possivelmente em função da menor demanda e do sistema radicular ainda em desenvolvimento (TEI et al., 2002).

Com base nos resultados de teor e acúmulo de N, verifica-se que esse nutriente influenciou diretamente os parâmetros de crescimento das plantas, especialmente a altura e o diâmetro do caule. De modo geral, os maiores valores para essas variáveis foram observados nos acessos ANÃ, CAA, IRN e MAC, evidenciando a estreita relação entre o estado nutricional nitrogenado e o crescimento vegetativo. Entretanto, o acesso ANR apresentou maior capacidade de absorção e assimilação de N nos estádios mais avançados de desenvolvimento, destacando-se principalmente aos 120 DAE. Esse comportamento pode ter contribuído para a redução das diferenças entre os acessos ao final do ciclo, resultando na ausência de efeito significativo para MSC, MSPA, TCR e TCA aos 120 DAE.

Além de influenciar o crescimento vegetativo, o nitrogênio desempenha papel fundamental na produção de fibras de *U. lobata* L., pois favorece a síntese de clorofila, a atividade fotossintética e o desenvolvimento do caule, principal órgão de interesse econômico da cultura. O adequado suprimento desse nutriente aumenta a produção de biomassa e o rendimento de fibras; entretanto, o excesso de N pode reduzir a qualidade da fibra ao diminuir os teores de celulose e lignina. Dessa forma, o manejo adequado da nutrição nitrogenada é essencial para maximizar simultaneamente a produtividade e a qualidade da fibra.

A diferenciação observada nos períodos finais indica que as características da plasticidade fenotípica relacionadas à eficiência de uso de nutrientes tornam-se mais expressivas com o avanço do ciclo. Assim, os acessos de maior crescimento tendem a apresentar maior acúmulo de N, refletindo maior capacidade de exploração do solo e assimilação do nutriente. Em conjunto, esses resultados evidenciam que o acúmulo de N em *U. lobata* L. é fortemente dependente do desenvolvimento da planta e do acúmulo de biomassa, destacando a importância do manejo do período de corte para maximizar o aproveitamento nutricional e a produtividade da cultura para um possível uso na alimentação animal.

### 3.3 Teor e acúmulo de prolina de acessos de malva (*Urena lobata* L.)

Observa-se que os teores e o acúmulo de prolina nas folhas de *U. lobata* L. foram significativamente influenciados ( $p < 0,05$ ) pelos fatores acessos e períodos de corte (DAE), indicando variação bioquímica associada tanto ao genótipo quanto ao estágio de desenvolvimento das plantas. Ao avaliar o efeito dos acessos, verifica-se que os maiores teores de prolina foram observados no acesso ANR, enquanto os menores valores ocorreram em MAC (Figura 5A). Em relação ao efeito dos períodos de corte (DAE), não foram constatadas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos (Figura 5B).

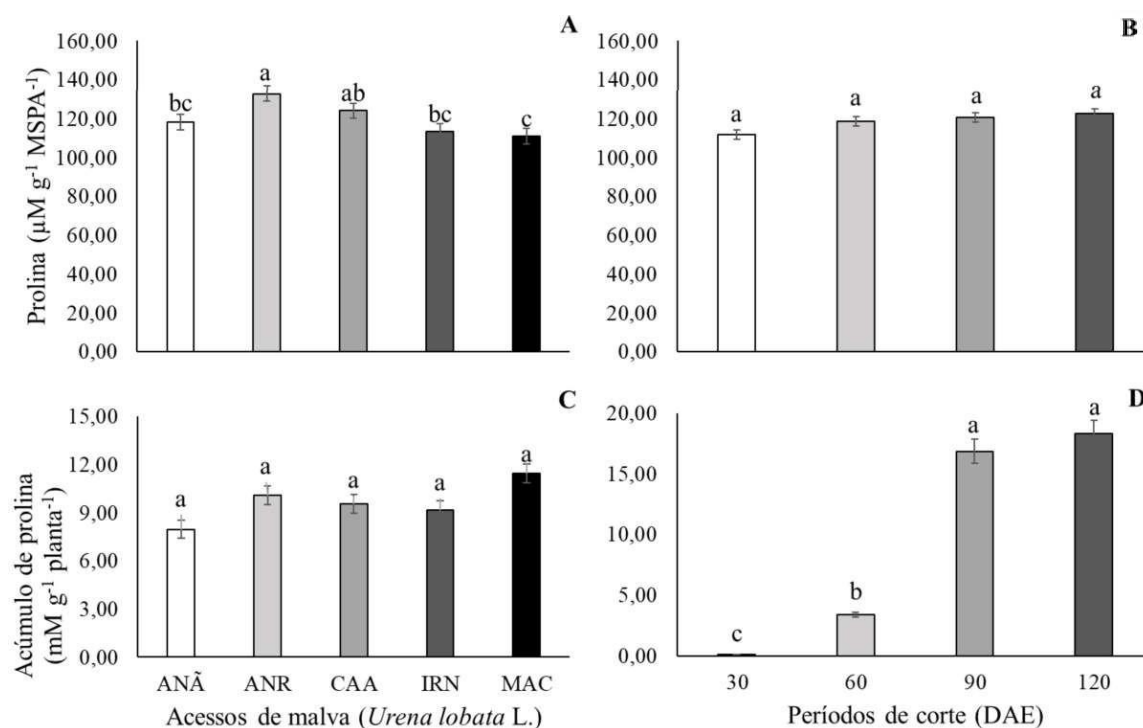


Figura 5. Efeito dos acessos de *Urena lobata* L. (ANÃ, ANR, CAA, IRN e MAC) (A e C) e do período de corte (dias após emergência – DAE) (B e D) sobre os Teores de Prolina (A, B) e Acúmulo de Prolina (C, D) nas folhas de *Urena lobata* L., ao longo de 120 dias de cultivo ( $n = 4$ ). Barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A variação significativa nos teores de prolina entre os acessos de *U. lobata* L. indica que o acúmulo desse aminoácido está fortemente associado a características genotípicas, refletindo diferentes estratégias de ajuste metabólico (KISHOR; SREENIVASULU, 2014). O maior teor observado no acesso ANR sugere maior capacidade de resposta bioquímica, possivelmente relacionada à atuação da prolina como osmoprotetor, contribuindo para a estabilização de proteínas e membranas e para a manutenção do equilíbrio osmótico celular (KESARI et al., 2012). Esse padrão de resposta pode indicar maior plasticidade fisiológica desse acesso frente a variações ambientais (MEENA et al., 2019).

Por outro lado, os menores valores observados em MAC podem estar associados a menor necessidade de ajuste osmótico ou à utilização de outros mecanismos de proteção celular, evidenciando que os acessos diferem quanto às estratégias de resposta bioquímica (HOSSEINIFARD et al., 2022). Essa distinção reforça a existência de adaptações específicas entre os genótipos (SPORMANN et al., 2023).

A ausência de efeito significativo dos períodos de corte sobre os teores de prolina indica que o estágio de desenvolvimento não exerceu influência marcante sobre esse parâmetro, sugerindo que as condições experimentais não impuseram níveis de estresse suficientes para induzir variações ao longo do tempo (VERA-HERNÁNDEZ et al., 2018). Dessa forma, o acúmulo de prolina mostrou-se mais dependente das características intrínsecas dos acessos do que de fatores ontogenéticos, sendo um indicador relevante para discriminação fisiológica entre genótipos (KIJOWSKA-OBERC et al., 2023).

Ao analisar o efeito dos acessos de malva (*U. lobata* L.) sobre o acúmulo de prolina, observa-se que não houve diferenças significativas entre os genótipos (Figura 5C). Entretanto, ao avaliar o efeito dos períodos de corte (DAE), constata-se que os maiores acúmulos de prolina foram registrados aos 90 e 120 DAE, enquanto os menores valores foram observados aos 30 DAE (Figura 5D).

A ausência de diferenças significativas entre os acessos quanto ao acúmulo de prolina indica que essa variável é menos sensível às variações genotípicas e mais dependente do desenvolvimento da planta (KISHOR; SREENIVASULU, 2014). Isso sugere que, embora haja diferenças no teor de prolina entre os acessos, o acúmulo total tende a se igualar, possivelmente em função de padrões semelhantes de produção de biomassa foliar (HOSSEINIFARD et al., 2022).

O aumento do acúmulo de prolina nos períodos mais avançados (90 e 120 DAE) está diretamente associado ao maior acúmulo de massa seca, resultando em maior quantidade absoluta do composto nos tecidos. Esse padrão de resposta é consistente com a dinâmica de crescimento vegetal, na qual o incremento de biomassa promove o acúmulo de metabólitos, mesmo sem alterações expressivas na concentração (MATTIOLI et al., 2009).

Adicionalmente, o maior acúmulo em estádios tardios pode estar relacionado a ajustes metabólicos associados à maturação foliar, incluindo alterações no equilíbrio osmótico e possíveis processos iniciais de senescência. De forma geral, os resultados indicam que o acúmulo de prolina em *U. lobata* L. é predominantemente influenciado pelo tempo de desenvolvimento e pelo acúmulo de biomassa, sendo pouco dependente das diferenças entre os

acessos (MATTIOLI et al., 2009), o que sugere que esse composto está mais associado ao estágio de desenvolvimento da planta do que à variabilidade entre os genótipos avaliados.

### 3.4 Parâmetros fotossintéticos de acessos de malva (*Urena lobata* L.)

Nos parâmetros fotossintéticos foram avaliados a eficiência máxima do fotossistema II ( $F_v/F_m$ ), índice SPAD e índice de desempenho fotossintético ( $PI_{abs}$ ), os quais apresentaram respostas variáveis, sendo influenciados pelos fatores - acessos e períodos de corte (DAE), o que evidencia variações na eficiência fotossintética e no estado fisiológico ao longo do ciclo de desenvolvimento das plantas de malva (*U. lobata* L.), conforme figura 6.

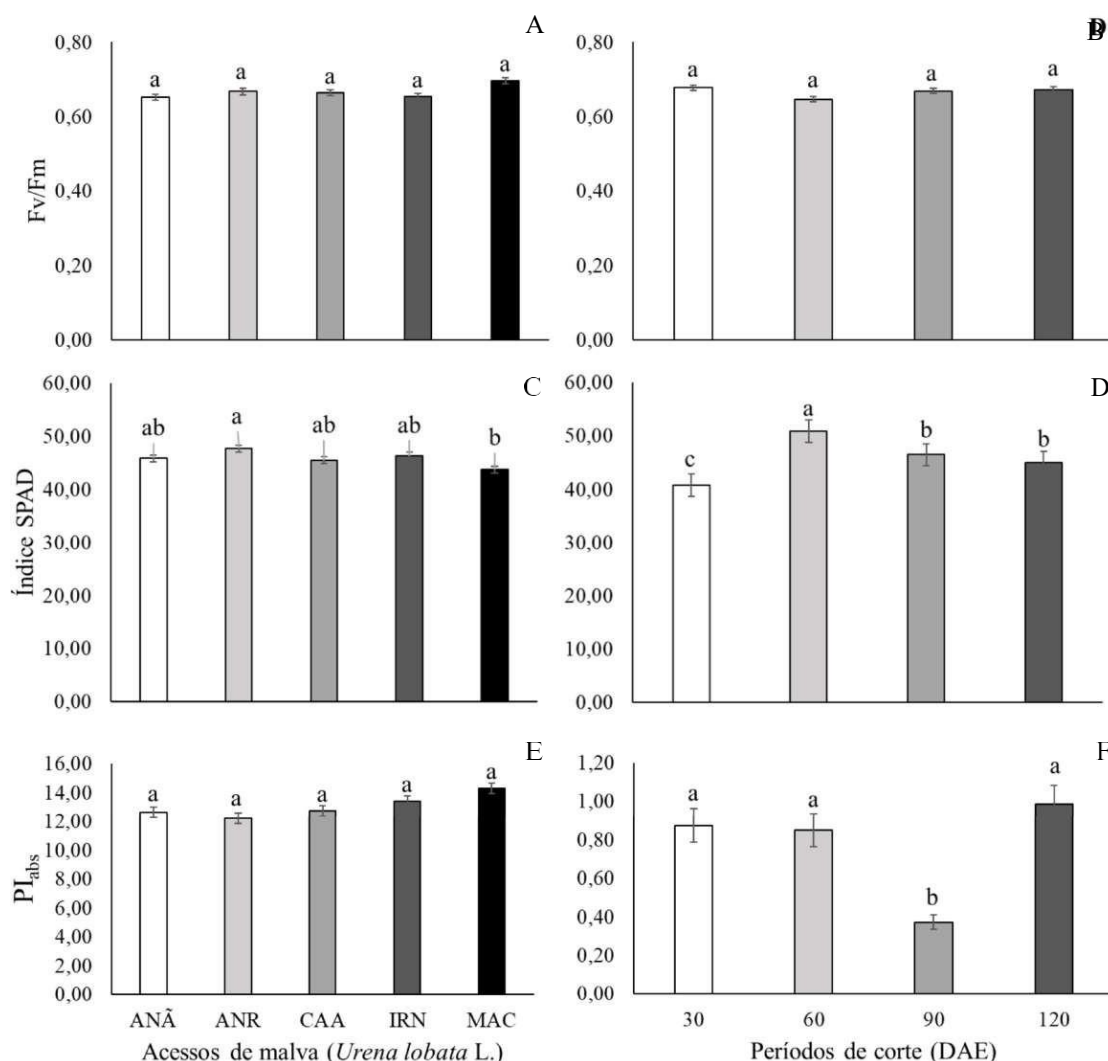


Figura 6. Efeito dos acessos de *Urena lobata* L. (ANÃ, ANR, CAA, IRN e MAC) (A, C, E) e do período de corte (dias após emergência – DAE) (B, D, F) sobre a relação  $F_v/F_m$  (A e B), Índice SPAD (C e D) e  $PI_{abs}$  (E e F) nas folhas de *Urena lobata* L., ao longo de 120 dias de cultivo (n = 4). Barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Avaliando, inicialmente, o efeito dos acessos de malva (*U. lobata* L.) combinados com os períodos de corte (DAE), observa-se que não foram detectadas diferenças significativas entre

os tratamentos para a relação Fo/Fm (Figura 6A e 6B). Em relação ao índice SPAD, os maiores valores foram observados no acesso ANR, enquanto os menores ocorreram em MAC (Figura 6C). Quanto ao efeito dos períodos de corte, os maiores e menores valores de SPAD foram registrados aos 60 e 30 DAE, respectivamente (Figura 6D). Para o índice de desempenho fotossintético (PIabs), não foram verificadas diferenças significativas entre os acessos (Figura 6E). No entanto, ao considerar o efeito dos períodos de corte, observa-se que os maiores e menores valores foram obtidos aos 120 e 90 DAE, respectivamente (Figura 6F).

A ausência de diferenças significativas entre os acessos para a relação Fo/Fm indica que a integridade dos centros de reação do fotossistema II foi mantida de forma semelhante entre os genótipos, sugerindo estabilidade estrutural do aparato fotossintético sob as condições experimentais (SIPKA et al., 2021). Esse resultado evidencia que não houve ocorrência de estresse suficientemente intenso para provocar danos ao PSII, uma vez que alterações nessa relação estão frequentemente associadas à desorganização dos centros de reação (HAVAUX; STRASSER, 1990; TORRESSI et al., 2014).

Em relação ao índice SPAD, observa-se que o acesso ANR apresentou padrão de resposta superior ao acesso MAC, enquanto os demais acessos foram estatisticamente semelhantes. Um elevado índice SPAD indica maior teor relativo de clorofila, o que pode estar associado à maior capacidade de assimilação de N e, consequentemente, a maior potencial fotossintético. Por outro lado, os menores valores observados em MAC sugerem menor concentração de pigmentos fotossintéticos, o que pode limitar, em certa medida, a eficiência de captação de luz (PERCIVAL et al., 2008; D'OLIVEIRA et al., 2020). A variação ao longo dos períodos de corte, com maiores valores aos 60 DAE, reflete o estágio de máximo desenvolvimento vegetativo, no qual há maior atividade fotossintética e maior concentração de clorofila, seguida por possível redução em estádios mais avançados em função da maturação foliar (TORRES NETTO et al., 2005; BAEK et al., 2025). Em culturas fibrosas, o aumento da atividade fotossintética favorece a produção de fotoassimilados que são direcionados ao crescimento do caule e à formação dos tecidos estruturais, estabelecendo uma relação direta entre o estado fisiológico da planta e o potencial de produção de fibras.

O processo de formação de fibras compreende três fases sequenciais: especificação, alongação e espessamento da parede celular. A disponibilidade de fotoassimilados durante essas etapas é fundamental para sustentar a divisão celular, o crescimento dos tecidos vasculares e a deposição de componentes estruturais das fibras (MOKSHINA et al., 2018). Nesse sentido, a superioridade do acesso ANR nos valores de SPAD pode refletir maior capacidade fotossintética e, consequentemente, maior suprimento de carbono para as zonas de crescimento

caulinar, favorecendo o desenvolvimento e a qualidade das fibras liberianas (GUERRIERO et al., 2017). Da mesma forma, o pico de SPAD observado aos 60 DAE coincide com o período de máximo desenvolvimento vegetativo, sugerindo que essa fase representa uma janela de elevada atividade metabólica e maior potencial para a elongação e formação das fibras em *U. lobata* L.

Para o índice Plabs, a ausência de diferenças entre os acessos indica padrão fisiológico semelhante quanto ao desempenho global do aparato fotossintético (ZUO et al., 2025). Entretanto, a variação observada ao longo dos períodos de corte, com maior valor aos 120 DAE, sugere que a eficiência na conversão de energia luminosa pode ser mantida ou até incrementada em estádios mais avançados do desenvolvimento (CEUSTER et al., 2025). Esse padrão de resposta pode estar associado a ajustes na eficiência do transporte de elétrons e na utilização da energia absorvida, mesmo com o avanço da maturidade das folhas (RODRÍGUEZ et al., 2023).

De forma integrada, os resultados indicam que os parâmetros fotossintéticos são mais influenciados pelo estágio de desenvolvimento do que pelas diferenças genótípicas entre os acessos (ARGENTA et al., 2004). A manutenção da eficiência do fotossistema II e do desempenho fotossintético ao longo do ciclo sugere elevada estabilidade fisiológica de *U. lobata* L., enquanto as variações no índice SPAD refletem diferenças na dinâmica do N e na atividade fotossintética ao longo do desenvolvimento (YANG et al., 2014).

### 3.5 Parâmetros bromatológicos de acessos de malva (*Urena lobata* L.)

Observa-se que houve interação significativa ( $p < 0,05$ ) entre os acessos de *U. lobata* L. e os períodos de corte (DAE) para os teores de matéria seca (MS%) e proteína bruta (PB%), evidenciando que a qualidade bromatológica das folhas depende da combinação entre o genótipo e o estágio de desenvolvimento das plantas (Figura 7).

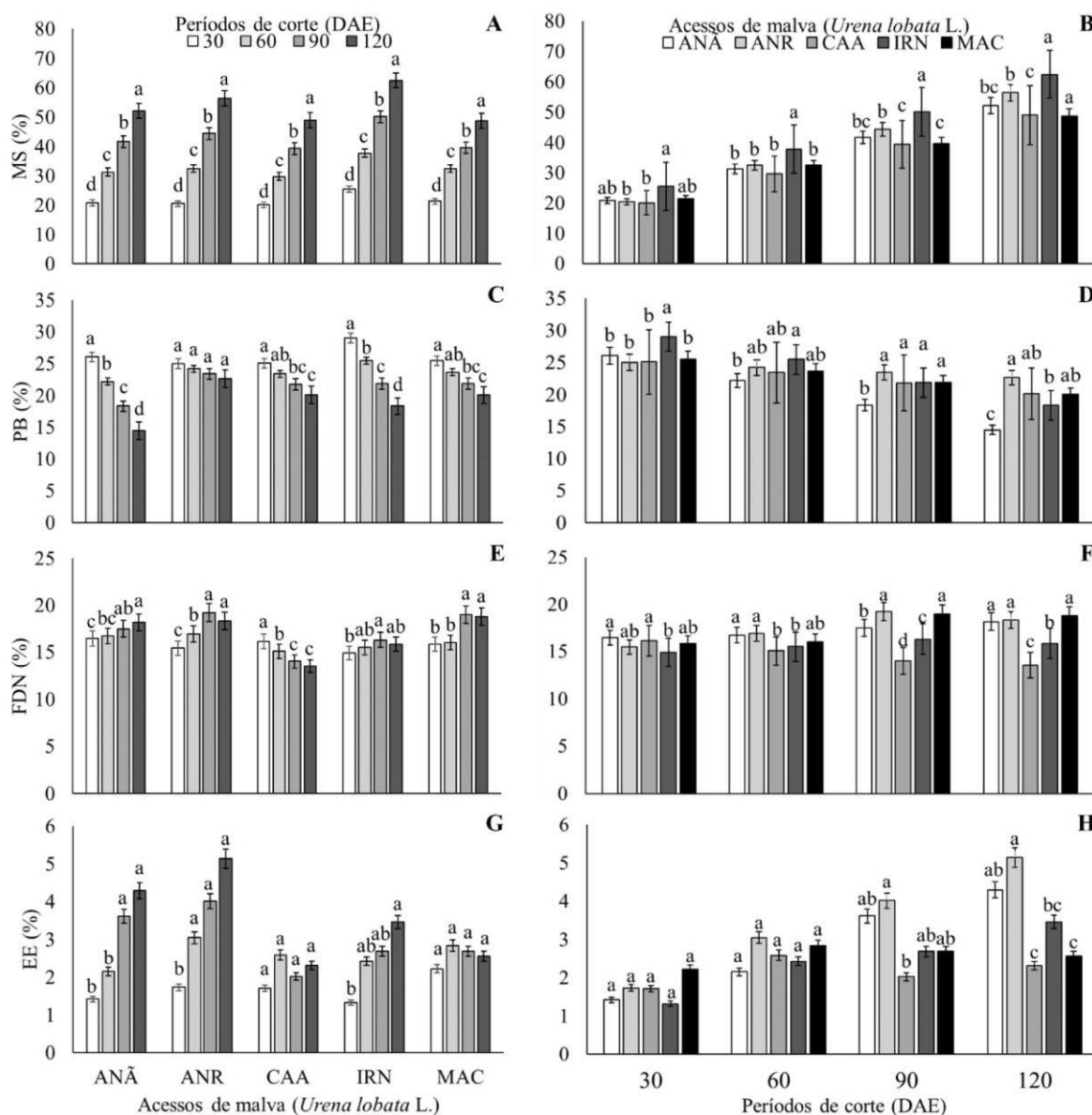


Figura 7. Efeito da interação entre acessos de *Urena lobata* L. (ANÃ, ANR, CAA, IRN e MAC) e períodos de corte (dias após a emergência – DAE) sobre o teor de Matéria seca (MS%) (A e B), teor de Proteína (PB%) (C e D), teor de Fibra em Detergente Neutro (FDN%) (E e F) e o teor de Extrato Etéreo (EE%) (G e H) nas folhas de plantas de *Urena lobata* L., cultivadas ao longo de 120 dias ( $n = 4$ ). Desdobramento dos períodos de corte dentro de cada acesso (A, C, E e G) e dos acessos dentro de cada período de corte (B, D, F e H). Barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Avaliando, inicialmente, o efeito dos períodos de corte dentro de cada acesso (Figura 7A), verifica-se que todos os genótipos apresentaram aumento significativo no teor de matéria

seca ao longo do tempo, com os menores valores observados aos 30 DAE e os maiores aos 120 DAE. Ao analisar o efeito dos acessos dentro de cada período de corte (Figura 7B), observa-se que, de modo geral, o acesso IRN apresentou os maiores teores de MS% na maioria dos períodos avaliados. Adicionalmente, não foram observadas diferenças acentuadas entre os acessos nos períodos iniciais (30 e 60 DAE). Nos períodos mais avançados, especialmente aos 60 e 120 DAE, o acesso CAA apresentou os menores teores de MS%, enquanto os maiores valores foram observados, além de IRN, nos acessos MAC, ANR e ANÃ.

A interação significativa entre acessos e períodos de corte para os teores de matéria seca (MS%) evidencia que a dinâmica de acúmulo de sólidos nas folhas de *U. lobata* L. é fortemente dependente tanto do genótipo quanto do estágio de desenvolvimento. O incremento consistente da MS% ao longo do tempo reflete o avanço ontogenético das plantas, marcado pela maior deposição de compostos estruturais, como celulose, hemicelulose e lignina, e pela redução relativa do conteúdo de água nos tecidos (TUCAK et al., 2023). Esse padrão de resposta é típico de espécies forrageiras e está diretamente associado à maturação fisiológica (MWANGI et al., 2022).

A superioridade do acesso IRN na maioria dos períodos indica maior capacidade de acumulação de matéria seca, possivelmente relacionada a características como maior eficiência fotossintética integrada, maior taxa de deposição de biomassa estrutural ou menor teor de água nos tecidos foliares (PERALTA et al., 2020). Esse padrão pode representar vantagem em sistemas voltados à produção de biomassa, embora deva ser analisado em conjunto com parâmetros de qualidade nutricional (NASCIMENTO et al., 2020).

A ausência de diferenças entre os acessos nos estádios iniciais (30 e 60 DAE) sugere que, nesse período, o acúmulo de matéria seca é predominantemente governado por processos fisiológicos básicos comuns à espécie, como expansão celular e formação de tecidos ainda pouco lignificados (BALAOUT et al., 2025). Por outro lado, a diferenciação observada nos períodos mais avançados indica que as características genéticas passam a exercer maior influência sobre o padrão de acúmulo de biomassa, refletindo distintas estratégias de crescimento e alocação de carbono (MARKOVIĆ et al., 2020).

Os menores teores de MS% observados no acesso CAA, especialmente em estádios mais avançados, podem indicar menor investimento em tecidos estruturais ou maior retenção de água nas folhas, o que pode impactar tanto a densidade quanto a conservação da forragem. Em contraste, os maiores valores observados em acessos como MAC, ANR e ANÃ sugerem maior deposição de matéria estrutural, o que, embora favoreça o rendimento de biomassa, pode estar associado à redução da digestibilidade (PERALTA et al., 2020; TUCAK et al., 2023).

Na figura 7C estão expressos os teores de PB% avaliando o efeito dos períodos de corte dentro de cada acesso. Verifica-se que em ANÃ e CAA os maiores teores de PB% foram obtidos aos 30 dias, enquanto os menores foram registrados aos 90 DAE. Para os acessos IRN e MAC, os maiores teores também foram observados aos 30 dias, e os menores aos 60 e 90 DAE, respectivamente. O acesso ANR não apresentou diferenças significativas entre os períodos de corte avaliados.

Ao avaliar o efeito dos acessos dentro de cada período de corte (Figura 7D), observa-se que aos 30 dias o acesso IRN apresentou os maiores teores de PB%, enquanto os menores valores foram registrados em ANÃ, ANR e CAA. Aos 60 DAE, ANÃ apresentou os menores teores de PB%, não sendo observadas diferenças significativas entre os demais acessos. Aos 90 DAE, os maiores teores de PB% foram obtidos em ANR e os menores em ANÃ.

Os teores de PB% evidenciaram padrão inverso ao observado para a MS%, com os maiores valores concentrados nos cortes mais precoces (30 DAE) para a maioria dos acessos (ANÃ, CAA, IRN e MAC), e redução progressiva com o avanço da maturidade. Esse padrão de resposta é amplamente relatado na literatura para espécies forrageiras e está associado à diluição do N tecidual em função do acúmulo de carboidratos estruturais durante a maturação (VAN SOEST, 1994; BRAGA et al., 2018). Nos estádios juvenis, a planta investe prioritariamente na síntese de compostos nitrogenados para sustentar a divisão e expansão celular, ao passo que, com o avanço do ciclo, a alocação de recursos é redirecionada para a síntese de polissacarídeos de parede celular, resultando na diluição relativa dos teores proteicos (ALEXANDRINO et al., 2005; LEMAIRE; BELANGER, 2020). Resultados semelhantes foram reportados em outras espécies da família Malvaceae, confirmando a sensibilidade do teor proteico ao estágio de desenvolvimento (FREITAS et al., 2019; MOURA et al., 2015).

O padrão de resposta distinto do acesso ANR, que não apresentou diferenças significativas nos teores de PB% entre os períodos de corte avaliados, é particularmente relevante do ponto de vista agrônomo. Esse padrão sugere maior estabilidade metabólica desse genótipo ao longo do desenvolvimento, possivelmente relacionada a mecanismos mais eficientes de remobilização de N entre os tecidos ou a uma taxa de acúmulo de parede celular mais homogênea ao longo do ciclo (TAIZ; ZEIGER, 2013; TLAHIG et al., 2024). Tal característica confere ao acesso ANR maior flexibilidade de manejo, permitindo ao produtor postergar o corte sem comprometimento expressivo do valor proteico da forragem. Ademais, aos 90 DAE, o acesso ANR registrou os maiores teores de PB%, consolidando-o como genótipo promissor para sistemas de produção que demandam cortes em estádios mais avançados de maturidade (BAUSENWEIN et al., 2001; YANG et al., 2023).

A consistente inferioridade do acesso ANÃ nos teores de PB% ao longo de praticamente todos os períodos avaliados, registrando os menores valores aos 30, 60 e 90 DAE, pode indicar limitações na capacidade de absorção ou assimilação de nitrogênio desse genótipo, ou ainda diferenças na proporção folha:caule que influenciam a concentração proteica do material colhido (HOMEM et al., 2021; MINSON, 1990). Essa característica deve ser considerada no planejamento de sistemas de produção animal, especialmente em regiões onde a oferta de forragem proteica é fator limitante durante determinadas épocas do ano.

Em relação aos teores de FDN (%), ao avaliar o efeito do período de corte dentro de cada acesso, observa-se que, para ANÃ e ANR, os maiores teores foram obtidos aos 120 DAE e os menores aos 90 DAE. Em contrapartida, para IRN e MAC, os cortes realizados aos 120 e 90 DAE proporcionaram os maiores teores de FDN (%), enquanto os menores valores foram verificados aos 30 DAE. Para o acesso CAA, o comportamento foi inverso: o corte aos 30 DAE resultou nos maiores teores de FDN (%), ao passo que os menores valores foram observados aos 90 e 120 DAE (Figura 7E).

Ao avaliar o efeito dos acessos dentro de cada período de corte, verificou-se que, aos 30 e 60 DAE, o padrão de resposta foi relativamente similar entre os acessos. Aos 30 DAE, os maiores e menores teores de FDN (%) foram obtidos nos acessos CAA e IRN, respectivamente. Aos 60 DAE, os maiores teores foram registrados em ANÃ e ANR, e os menores, em CAA e IRN. Já aos 90 e 120 DAE, os menores teores de FDN (%) foram observados no acesso CAA, enquanto os maiores valores foram alcançados, de forma geral, nos acessos ANÃ e MAC (Figura 7F).

Os teores FDN% apresentaram padrão de resposta diferenciado entre os acessos em resposta aos períodos de corte, evidenciando variabilidade entre os genótipos na taxa de deposição de constituintes da parede celular. Para os acessos ANÃ e ANR, o incremento nos teores de FDN% foi mais acentuado nos cortes tardios (120 DAE), com os menores valores registrados aos 90 DAE, o que pode indicar dinâmica particular de acúmulo de carboidratos estruturais nesses genótipos. Para IRN e MAC, o padrão foi mais claro e esperado, com aumento consistente da FDN% do corte aos 30 DAE até os 120 DAE, refletindo a maturação progressiva da parede celular (NGUYEN et al., 2024; VAN SOEST, 1994). O padrão atípico do acesso CAA, com os maiores teores de FDN% aos 30 DAE e os menores aos 90 e 120 DAE, é notável e pode estar relacionado a características específicas da parede celular desse genótipo nos estádios iniciais de crescimento, como maior proporção de tecidos esclerenquimáticos ou diferenças na composição dos polissacarídeos de reserva (COLAS et al., 2022; SILVA et al., 2011).

Do ponto de vista nutricional, teores elevados de FDN% estão negativamente correlacionados com o consumo voluntário de forragem por ruminantes, uma vez que essa fração representa o componente de enchimento do rúmen, limitando fisicamente a ingestão de alimento (MERTENS, 1994; SHI et al., 2023). Nesse contexto, o acesso CAA destacou-se positivamente nos períodos mais avançados (90 e 120 DAE), apresentando os menores teores de FDN%, o que representa vantagem nutricional relevante para utilização dessa forragem em animais de maior exigência nutricional. Em contrapartida, os acessos ANÃ e MAC registraram os maiores teores de FDN% nos cortes tardios, sugerindo maior velocidade de maturação da parede celular nesses genótipos (FERREIRA et al., 2023).

Ao avaliar a interação do período de corte dentro de cada acesso, verifica-se que os teores de EE (%) nos acessos ANÃ, ANR e IRN foram maiores aos 120 DAE e menores aos 30 DAE. Para os acessos CAA e MAC, não foram identificadas diferenças significativas entre os períodos de corte avaliados (Figura 7G).

Ao analisar o efeito dos acessos dentro de cada período de corte, observa-se que, aos 90 e 120 DAE, os maiores teores de EE (%) foram alcançados no acesso ANR. Aos 90 DAE, os menores teores foram registrados no acesso CAA, enquanto aos 120 DAE, os menores valores foram verificados nos acessos CAA e MAC. Para os períodos de corte de 30 e 60 DAE, não foram constatadas diferenças estatísticas significativas entre os acessos (Figura 7H).

O incremento nos teores de EE% com o avanço dos períodos de corte, verificado nos acessos ANÃ, ANR e IRN, com os maiores valores aos 120 DAE e os menores aos 30 DAE, pode ser atribuído ao acúmulo progressivo de compostos lipofílicos nos tecidos vegetais ao longo do desenvolvimento, incluindo cutina, ceras epicuticulares, óleos essenciais e pigmentos lipossolúveis (DOMERGUE et al., 2023; TAIZ; ZEIGER, 2013). Esse padrão é consistente com o processo de maturação foliar, no qual a síntese de compostos de proteção da superfície foliar, como ceras cuticulares, intensifica-se com a idade dos tecidos como resposta adaptativa à redução da perda de água e à proteção contra herbivoria (CAVALCANTE et al., 2016; DASHBALDAN et al., 2019).

A ausência de diferenças significativas nos teores de EE% entre os períodos de corte para os acessos CAA e MAC sugere que esses genótipos mantêm síntese lipídica relativamente constante ao longo do ciclo avaliado, independentemente do estágio de maturidade. Embora o teor de extrato etéreo de forrageiras seja em geral baixo, sua contribuição para a densidade energética da dieta de ruminantes não é desprezível, especialmente em sistemas de produção que utilizam forragens como única ou principal fonte alimentar (LOPES et al., 2021; MINSON, 1990). A superioridade do acesso ANR nos teores de EE% aos 90 e 120 DAE confere a esse

genótipo potencial adicional como fonte de energia lipídica para animais em pastejo nos cortes mais tardios.

Observa-se que não houve interação significativa ( $p > 0,05$ ) entre os acessos de *U. lobata* L. e os períodos de corte (DAE) para os teores de matéria mineral (MM%) e fibra em detergente ácido (PB%), verificando apenas o efeito isolado dos parâmetros avaliativos (Figura 8).

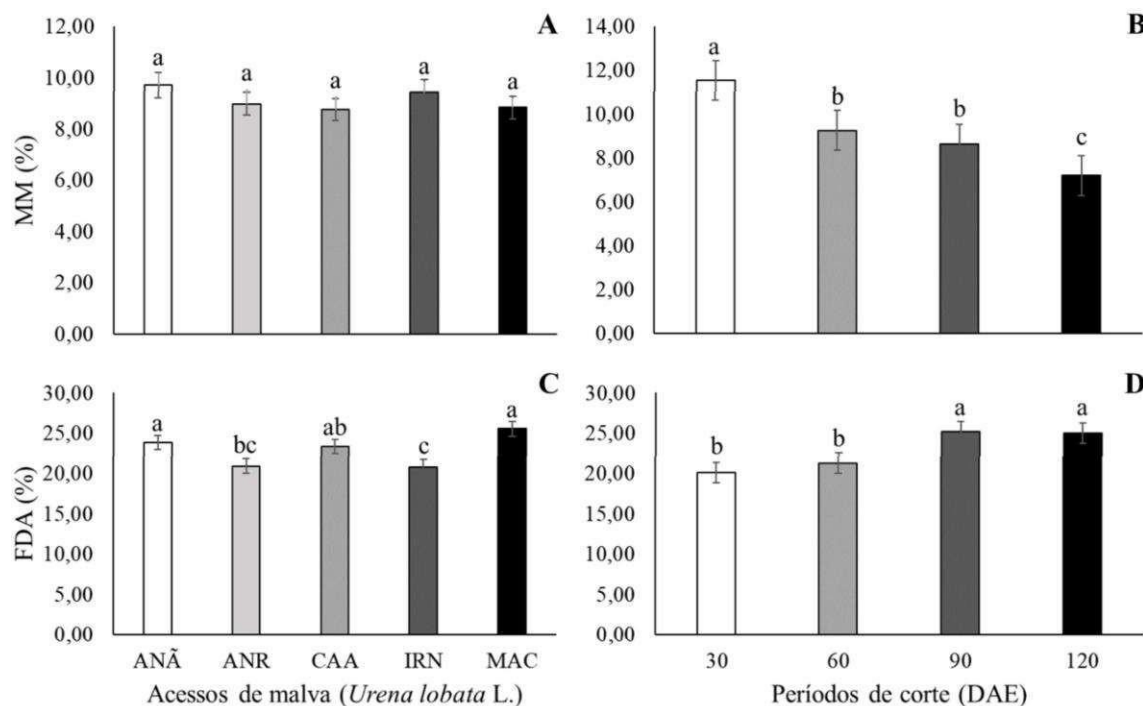


Figura 8. Efeito dos acessos de *Urena lobata* L. (ANÃ, ANR, CAA, IRN e MAC) (A, C,) e do período de corte (dias após emergência – DAE) (B, D) sobre a Matéria Mineral (MM%) (A e B) e Fibra em Detergente Ácido (FDA%) (C e D) nas folhas de *Urena lobata* L. ao longo de 120 dias de cultivo (n = 4). Barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Os resultados referentes à MM (%) estão apresentados na Figura 8A. Verifica-se que não houve efeito significativo dos acessos de malva sobre a MM (%). No entanto, observou-se efeito significativo do período de corte, sendo os maiores valores registrados aos 30 DAE e os menores aos 120 DAE.

A ausência de efeito significativo dos acessos sobre os teores de matéria mineral (MM%) indica que a capacidade de absorção e acúmulo de minerais totais nas folhas de *U. lobata* L. é pouco influenciada pelo genótipo, sugerindo que a composição mineral foliar é regulada predominantemente por fatores ambientais, como disponibilidade de nutrientes no solo, pH e condições de umidade (HOSSAIN et al., 2022; MALAVOLTA et al., 1997). Por outro lado, o efeito significativo do período de corte sobre a MM%, com os maiores valores aos

30 DAE e redução progressiva até os 120 DAE, é consistente com o fenômeno de diluição mineral, no qual o incremento da biomassa estrutural com a maturação reduz relativamente a concentração de cinzas nos tecidos (LEMAIRE; BELANGER, 2020; VAN SOEST, 1994). Esse padrão é bem documentado em forrageiras tropicais e reforça a importância dos cortes precoces para a obtenção de forragem com maior concentração de minerais totais.

Em relação aos teores de FDA (%), quanto ao efeito dos acessos, os maiores teores foram alcançados nos acessos ANÃ e MAC, enquanto os menores foram verificados no acesso IRN. No que diz respeito ao efeito dos períodos de corte, os maiores teores de FDA (%) foram observados aos 90 e 120 DAE, ao passo que os menores foram obtidos aos 30 e 60 DAE (Figura 8B).

Os teores de FDA% apresentaram resposta significativa tanto aos acessos quanto aos períodos de corte, porém sem interação significativa entre esses fatores, indicando que os efeitos de genótipo e maturidade atuam de forma independente sobre essa variável. O aumento dos teores de FDA% com o avanço do período de corte, com os menores valores aos 30 e 60 DAE e os maiores aos 90 e 120 DAE, reflete a lignificação progressiva da parede celular secundária, processo que acompanha o desenvolvimento e maturação dos tecidos vegetais (KOSOLAPOV et al., 2021; MERTENS, 1994). A FDA é composta principalmente por celulose e lignina, sendo esta última o componente que mais negativamente afeta a digestibilidade da forragem (VAN SOEST, 1994; VARGAS-VELÁZQUEZ et al., 2024). Assim, o incremento nos teores de FDA% observado nos cortes tardios implica redução na digestibilidade in vitro da matéria seca e, conseqüentemente, na disponibilidade de energia para os animais.

A diferença entre os acessos nos teores de FDA%, com ANÃ e MAC registrando os maiores valores e IRN os menores, aponta para variabilidade genotípica relevante na composição da parede celular secundária entre os acessos de *U. lobata* L. avaliados. O menor teor de FDA% no acesso IRN é particularmente favorável, pois indica menor grau de lignificação e, portanto, maior potencial de digestibilidade dessa forragem em relação aos demais acessos (MINSON, 1990; ZUTTER et al., 2023). Esses resultados reforçam a importância da seleção genotípica no melhoramento de forrageiras da família Malvaceae, indicando que a variabilidade natural existente entre acessos de *U. lobata* L. pode ser explorada para o desenvolvimento de cultivares com melhor perfil bromatológico.

De forma integrada, os resultados demonstram que a qualidade bromatológica das folhas de *U. lobata* L. é fortemente influenciada pela interação entre o genótipo e o estágio de desenvolvimento, corroborando o padrão clássico de maturação de forrageiras tropicais

(BALAOUT et al., 2025). O corte aos 30 DAE consistentemente proporcionou os maiores teores de PB% e MM%, bem como menores teores de MS%, FDN% e FDA% na maioria dos acessos, configurando-o como o período mais favorável para a obtenção de forragem de elevado valor nutritivo. No entanto, a produtividade de matéria verde e seca tende a ser menor nos cortes precoces, o que implica a necessidade de equilibrar qualidade e quantidade na definição do manejo ideal para cada acesso (SILVA et al., 2011).

Entre os acessos avaliados, IRN destacou-se pelos maiores teores de MS% e pelos menores de FDA%, sugerindo maior potencial produtivo aliado a razoável qualidade nutricional. O acesso ANR demonstrou estabilidade nos teores de PB% ao longo do ciclo e superioridade nos teores de EE% nos cortes tardios, configurando-se como genótipo de interesse para manejo com maior intervalo entre cortes. O acesso CAA, por sua vez, apresentou os menores teores de FDN% nos períodos avançados, o que favorece o consumo voluntário pelos animais. Essas diferenças genotípicas reforçam a importância da escolha criteriosa do acesso e do período de corte como estratégias complementares para a otimização do valor nutritivo de *U. lobata* L. em sistemas de produção animal, especialmente em regiões semiáridas onde essa espécie apresenta relevante potencial forrageiro.

#### 4 CONCLUSÃO

Os acessos ANÃ, CAA, IRN e MAC destacaram-se pelos maiores valores de altura de planta e diâmetro de caule, apresentando maior acúmulo de biomassa estrutural nos períodos de corte mais tardios (90–120 DAE). Esses resultados indicam elevado potencial para a produção de fibras, possibilitando a obtenção de matéria-prima em menor ciclo de cultivo e reduzindo o tempo necessário para a colheita.

O acesso IRN destacou-se pelo menor teor de FDA, indicando maior digestibilidade, enquanto o acesso ANR demonstrou estabilidade proteica ao longo do ciclo e maior teor de extrato etéreo nos cortes tardios, conferindo maior flexibilidade de manejo. O acesso CAA apresentou os menores teores de FDN nos períodos avançados, favorecendo o consumo voluntário pelos animais. O corte aos 30 DAE é o mais indicado para maximizar o valor nutritivo da forragem, enquanto cortes entre 60 e 90 DAE equilibram qualidade e produtividade de biomassa.

Em conjunto, os resultados reforçam o potencial de *U. lobata* L. como uma cultura de múltiplas aplicações nas condições da Amazônia, destacando os acessos ANÃ, CAA, IRN e

MAC para a produção de fibras, e os acessos IRN e ANR para uso forrageiro. Entretanto, embora os resultados indiquem elevado potencial de utilização, são necessários estudos complementares no campo da produção animal, incluindo ensaios laboratoriais de caracterização nutricional e funcional, avaliações de digestibilidade e desempenho, bem como testes com animais ruminantes e não ruminantes, a fim de validar sua viabilidade como ingrediente alimentar e ampliar as possibilidades de utilização da espécie nos sistemas de produção animal

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKHTAR, K.; AIN, N. U.; PRASAD, P. V. V.; NAZ, M.; ASLAM, M. M.; DJALOVIC, I.; RIAZ, M.; AHMAD, S.; VARSHNEY, R. K.; HE, B.; WEN, R. Physiological, Molecular, and Environmental Insights into Plant Nitrogen Uptake, and Metabolism under Abiotic Stresses. *The Plant Genome*, v. 17, n. 2, p. e20461, 2024. Disponível em: <<https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tpg2.20461>>. Acesso em: 23 abr. 2026.

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; MOSQUIM, P. R.; REGAZZI, A. J.; ROCHA, F. C. Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n. 6, p. 1372–1379, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000600003>.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. D.; SANGOI, L. Leaf Relative Chlorophyll Content as an Indicator Parameter to Predict Nitrogen Fertilization in Maize. *Ciência Rural*, v. 34, n. 5, p. 1379–1387, 2004. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782004000500009&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782004000500009&lng=en&tlng=en)>. Acesso em: 24 abr. 2026.

ASAOKA, M.; BADEL, E.; FERJANI, A.; NISHITANI, K.; HAMANT, O. Contributions of Lignification, Tissue Arrangement Patterns, and Cross-Sectional Area to Whole-Stem Mechanical Properties in *Arabidopsis Thaliana*. *Journal of Plant Research*, v. 137, n. 5, p. 773–783, 2024. Disponível em: <<https://link.springer.com/10.1007/s10265-024-01543-2>>. Acesso em: 22 abr. 2026.

BAEK, D.-H.; KIM, T.-H.; LEE, C.-J.; GAO, J.; PARK, W.-G.; KIM, S.-M. Identification of Candidate Genes Related to SPAD Value Using Multi-Year Phenotypic Data in Rice Germplasms by Genome-Wide Association Study (GWAS). *Agronomy*, v. 15, n. 9, p. 2050, 26 ago. 2025. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2073-4395/15/9/2050>>. Acesso em: 24 abr. 2026.

BAJAJ, A.; PATHANIA, S.; SINGH, B.; KAUR, R. Salinity Tolerance Evaluation of Pomegranate Cultivars at Early Growth Stage. *Agricultural Research Journal*, v. 62, n. 2, p. 210–218, 2025. Disponível em: <<https://indianjournals.com/article/jre-62-2-011>>. Acesso em: 23 abr. 2026.

BALAOUD, I.; BOJTOR, C.; ILLÉS, A.; ZELENÁK, A.; OCWA, A.; SZÉLES, A. Analysis of the Dry Matter and Essential Nutrient Accumulation of Maize (*Zea Mays* L.) in the Main Phenophases. *Brazilian Journal of Biology*, v. 85, p. e290013, 2025. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-69842025000100199&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842025000100199&tlng=en)>. Acesso em: 24 abr. 2026.

BASLAM, M.; MITSUI, T.; HODGES, M.; PRIESACK, E.; HERRITT, M. T.; ARANJUELO, I.; SANZ-SÁEZ, Á. Photosynthesis in a Changing Global Climate: Scaling Up and Scaling Down in Crops. *Frontiers in Plant Science*, v. 11, p. 882, 2020. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpls.2020.00882/full>>. Acesso em: 3 jun. 2026.

BAUSENWEIN, U.; MILLARD, P.; RAVEN, J. A. Remobilized Old-leaf Nitrogen Predominates for Spring Growth in Two Temperate Grasses. *New Phytologist*, v. 152, n. 2, p. 283–290, 2001. Disponível em: <<https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.0028-646X.2001.00262.x>>. Acesso em: 1 jun. 2026.

BENICASA, M. M. P. Análise de crescimento de plantas: noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41P.

BENTES, J. G. Influência do espaçamento na produtividade de sementes de malva (*Urena lobata* L.) em terra firme no Amazonas. 2015. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2015.

BENTO, T. S.; MOFFETT, M. B.; CENTENO, D. C.; SCROCCO, A. P. D.; FOX, A.; PALMER, A. G. Biomass Allocation in Response to Accession Recognition in *Arabidopsis Thaliana* Depends on Nutrient Availability and Plant Age. *Plant Signaling & Behavior*, v. 16, n. 12, p. 2004025, 2021. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15592324.2021.2004025>>. Acesso em: 23 abr. 2026.

BRAGA, A. P.; ASSIS, L. C. D. S. L. C.; LUCENA, J. A.; LIMA, J. S. S. D.; BARRETO, T. F. B.; FERREIRA AMÂNCIO, A. V. D. A.; ALVES, F. G. D. C.; PEREIRA, G. F. Fractionation of Nitrogen Compounds and Carbohydrates in Forages of Different Ages. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 39, n. 2, p. 819, 2018. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/29988>>. Acesso em: 1 jun. 2026.

CAVALCANTI, C. V. A.; FERREIRA, M. A.; CARVALHO, M. C.; VÉRAS, A. S. C.; SILVA, L. E.; LIMA, R. R. Fenos de capim-andropogon colhidos em diferentes idades de crescimento fornecidos a carneiros. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 17, n. 1, p. 57–67, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-99402016000100007>.

CEUSTERS, N.; VALCKE, R.; FRANS, M.; CLAES, J. E.; VAN DEN ENDE, W.; CEUSTERS, J. Performance Index and PSII Connectivity Under Drought and Contrasting Light Regimes in the CAM Orchid *Phalaenopsis*. *Frontiers in Plant Science*, v. 10, p. 1012, 2019. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpls.2019.01012/full>>. Acesso em: 24 abr. 2026.

CHEN, J. Y.; KURUPARAN, A.; ZAMANI-BABGOHARI, M.; GONZALES-VIGIL, E. Dynamic Changes to the Plant Cuticle Include the Production of Volatile Cuticular Wax–Derived Compounds. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 120, n. 49, p. e2307012120, 2023. Disponível em: <<https://pnas.org/doi/10.1073/pnas.2307012120>>. Acesso em: 1 jun. 2026.

CHEN, R.; XIAO, S.; DONG, C.; XIE, S.; ZHANG, L.; WU, F.; TU, C.; LIU, Q.-X.; WANG, S.; NIINEMETS, Ü.; HASTINGS, A.; NIKLAS, K. J.; DENG, J. Ontogenetic Shifts in Leaf Biomass Allocation in Crop Plants. *National Science Review*, v. 11, n. 10, p. nwae349, 2024. Disponível em: <<https://academic.oup.com/nsr/article/doi/10.1093/nsr/nwae349/7797280>>. Acesso em: 22 abr. 2026.

COLAS, V.; BARRE, P.; VAN PARIJS, F.; WOLTERS, L.; QUITTÉ, Y.; RUTTINK, T.; ROLDÁN-RUIZ, I.; ESCOBAR GUTIÉRREZ, A. J.; MUYLLE, H. Seasonal Differences in Structural and Genetic Control of Digestibility in Perennial Ryegrass. *Frontiers in Plant Science*, v. 12, p. 801145, 2022. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2021.801145/full>>. Acesso em: 1 jun. 2026.

D'OLIVEIRA, P. S.; SUZUKI, L. S.; CARNEIRO, J. D. C.; MACHADO, J. C.; PRATES, J. F.; ROCHA, J. R. D. A. S. D. C. Use of SPAD Index in Elephant Grass Pre-Breeding. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 41, n. 3, p. 1047, 2020. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/33146>>. Acesso em: 24 abr. 2026.

DASHBALDAN, S.; BECKER, R.; PĄCZKOWSKI, C.; SZAKIEL, A. Various Patterns of Composition and Accumulation of Steroids and Triterpenoids in Cuticular Waxes from Screened Ericaceae and Caprifoliaceae Berries during Fruit Development. *Molecules*, v. 24, n. 21, p. 3826, 2019. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1420-3049/24/21/3826>>. Acesso em: 1 jun. 2026.

DAVANSO, V. M. et al. Photosynthesis, growth and development of *Tabebuia avellanedae* Lor. ex Griseb. (Bignoniaceae) in flooded soil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 45, n. 3, p. 375–384, 2002.

DIAS, M. C.; XAVIER, J. J. B. N. BARRETO, J. F. Recomendações técnicas para a malva: Embrapa - PAC, Comunicado Técnico, 66. Manaus-AM, 2008. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital>. Acesso em: 25 jan. 2024.

DUAN, W.; WANG, S.; ZHANG, H.; XIE, B.; ZHANG, L. Plant Growth and Nitrate Absorption and Assimilation of Two Sweet Potato Cultivars with Different N Tolerances in Response to Nitrate Supply. *Scientific Reports*, v. 14, n. 1, p. 21286, 2024. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41598-024-72422-y>>. Acesso em: 24 abr. 2026.

FENGRUI, L. The Effects of Frequency of Cutting and Cultivar on the Period of Leaf Expansion in White Clover Grown in Mixed Swards. *Grass and Forage Science*, v. 55, n. 3, p. 280–284, 2000. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-2494.2000.00214.x>>. Acesso em: 23 abr. 2026.

FERREIRA, G.; THOMAS, S. E.; TEETS, C. L.; CORL, B. A. Intrinsic and Extrinsic Factors Affecting Neutral Detergent Fiber (NDF) Digestibility of Vegetative Tissues in Corn for Silage. *Agriculture*, v. 13, n. 8, p. 1485, 2023. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2077-0472/13/8/1485>>. Acesso em: 1 jun. 2026.

FREIBERGER, M. B. et al. Crescimento inicial e nutrição de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) em função de doses de nitrogênio. *Revista Árvore*, v. 37, n. 3, p. 385–392, 2013.

FREITAS, Í. B. D. C.; COSTA, A. L. V.; FERREIRA, C. C.; LOBATO, A. C. N.; SANTOS, S. D. S.; CASTRO, A. P. D. Fertilization With Laying Hen Manure and Economic Analysis in Caesar Weed (*Urena lobata* L.) Seed Production in Amazonas, Brazil. *Journal of Agricultural Science*, v. 14, n. 9, p. 71, 2022. Disponível em: <<https://ccsenet.org/journal/index.php/jas/article/view/0/47617>>. Acesso em: 3 jun. 2026.

GASTAL, F.; LEMAIRE, G. N Uptake and Distribution in Crops: An Agronomical and Ecophysiological Perspective. *Journal of Experimental Botany*, v. 53, n. 370, p. 789–799, 2002. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jxb/article-lookup/doi/10.1093/jexbot/53.370.789>>. Acesso em: 23 abr. 2026.

- GUERRIERO, G.; BEHR, M.; LEGAY, S.; MANGEOT-PETER, L.; ZORZAN, S.; GHONIEM, M.; HAUSMAN, J.-F. Transcriptomic Profiling of Hemp Bast Fibres at Different Developmental Stages. *Scientific Reports*, v. 7, n. 1, p. 4961, 2017. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41598-017-05200-8>>. Acesso em: 12 jun. 2026.
- GOMES, L. M.; CASTRO, A. P. D.; FRAXE, T. D. J. P.; NETO, P. D. Q. C.; MENDES, A. M. D. S.; VALENTE, M. S. F.; FERREIRA, C. C.; PEREIRA, M. L. A. Genetic Divergence in *Urena lobata* Accessions to Quantitative Traits. *Journal of Agricultural Science*, v. 11, n. 11, p. 81, 2019. Disponível em: <<http://www.ccsenet.org/journal/index.php/jas/article/view/0/39999>>. Acesso em: 27 abr. 2026.
- HAMNÉR, K.; WEIH, M.; ERIKSSON, J.; KIRCHMANN, H. Influence of Nitrogen Supply on Macro- and Micronutrient Accumulation during Growth of Winter Wheat. *Field Crops Research*, v. 213, p. 118–129, 2017. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378429017304008>>. Acesso em: 24 abr. 2026.
- HAVAUX, M.; STRASSER, R. J. Protection of Photosystem II by Light in Heat-Stressed Pea Leaves. *Zeitschrift für Naturforschung C*, v. 45, n. 11–12, p. 1133–1141, 1990. Disponível em: <<https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/znc-1990-11-1209/html>>. Acesso em: 24 abr. 2026.
- HOMEM, B. G. C.; DE LIMA, I. B. G.; SPASIANI, P. P.; FERREIRA, I. M.; BODDEY, R. M.; BERNARDES, T. F.; DUBEUX, J. C. B.; CASAGRANDE, D. R. Palisadegrass Pastures with or without Nitrogen or Mixed with Forage Peanut Grazed to a Similar Target Canopy Height. 1. Effects on Herbage Mass, Canopy Structure and Forage Nutritive Value. *Grass and Forage Science*, v. 76, n. 3, p. 400–412, 2021. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gfs.12532>>. Acesso em: 1 jun. 2026.
- HOMMA, A.K.O. FRAXE, T.J.P.; FERREIRA, A. S.; WITKOSKI, A. C. A cultura de Juta e Malva na Amazônia Ocidental. Editora Annablume, São Paulo, 2010.
- HOSSAIN, M. M.; RAHIM, M. A.; MOUTOSI, H. N.; DAS, L. Evaluation of the Growth, Storage Root Yield, Proximate Composition, and Mineral Content of Colored Sweet Potato Genotypes. *Journal of Agriculture and Food Research*, v. 8, p. 100289, 2022. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2666154322000229>>. Acesso em: 1 jun. 2026.
- HOSSEINIFARD, M.; STEFANIAK, S.; GHORBANI JAVID, M.; SOLTANI, E.; WOJTYLA, Ł.; GARNCZARSKA, M. Contribution of Exogenous Proline to Abiotic Stresses Tolerance in Plants: A Review. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 23, n. 9, p. 5186, 2022. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1422-0067/23/9/5186>>. Acesso em: 24 abr. 2026.
- IDAM - Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas; Relatório de acompanhamento trimestral da Cultura da Malva - Safra: 2014/2015. Manaus, 2015.
- IEVINSH, G. Water Content of Plant Tissues: So Simple That Almost Forgotten? *Plants*, v. 12, n. 6, p. 1238, 2023. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2223-7747/12/6/1238>>. Acesso em: 23 abr. 2026.

JOUVE, V.; FERRI, C. Respuesta del área foliar específica de *Panicum coloratum* L. con diferente manejo de la defoliación. *Semiárida - Revista de la Facultad de Agronomía*, v. 31, n. 2, p. 6370, 2021.

KESARI, R.; LASKY, J. R.; VILLAMOR, J. G.; DES MARAIS, D. L.; CHEN, Y.-J. C.; LIU, T.-W.; LIN, W.; JUENGER, T. E.; VERSLUES, P. E. Intron-Mediated Alternative Splicing of *Arabidopsis P5CS1* and Its Association with Natural Variation in Proline and Climate Adaptation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 109, n. 23, p. 9197–9202, 2012. Disponível em: <<https://pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1203433109>>. Acesso em: 24 abr. 2026.

KIJOWSKA-OBERC, J.; DYLEWSKI, Ł.; RATAJCZAK, E. Proline Concentrations in Seedlings of Woody Plants Change with Drought Stress Duration and Are Mediated by Seed Characteristics: A Meta-Analysis. *Scientific Reports*, v. 13, n. 1, p. 15157, 2023. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41598-023-40694-5>>. Acesso em: 24 abr. 2026.

KISHOR, P. B. K.; SREENIVASULU, N. Is Proline Accumulation *per Se* Correlated with Stress Tolerance or Is Proline Homeostasis a More Critical Issue? *Plant, Cell & Environment*, v. 37, n. 2, p. 300–311, 2014. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/pce.12157>>. Acesso em: 24 abr. 2026.

KOSOLAPOV, V. M.; KHUDYAKOVA, K. K.; KOSOLAPOVA, V. G. Evaluation of Cereal Forage Grasses and Forages from Them According to the Content of Protein Insoluble in Acid Detergent. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, v. 901, n. 1, p. 012028, 2021. Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/901/1/012028>>. Acesso em: 1 jun. 2026.

KULIG, B.; KLIMEK-KOPYRA, A.; ŚLIZOWSKA, A.; OLEKSY, A.; SKOWERA, B.; LEPIARCZYK, A.; GRYGIERZEC, W. A Comparison of the Methods Used to Assess the Nutritional Status of Selected Crop Species. *Journal of Water and Land Development*, p. 1–10, 2024. Disponível em: <<https://www.jwld.pl/files/2024-04-JWLD-01.pdf>>. Acesso em: 3 jun. 2026.

LEMAIRE, G.; BELANGER, G. Allometries in Plants as Drivers of Forage Nutritive Value: A Review. *Agriculture*, v. 10, n. 1, p. 5, 2019. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2077-0472/10/1/5>>. Acesso em: 1 jun. 2026.

LEVENE, H. Robust testes for equality of variances. In: OLKIN, I (Ed.). *Contributions to Probability and Statistics*. Palo Alto, CA: Stanford University Press, 1960. p. 278–292.

LI, X.; SCHMID, B.; WANG, F.; PAINE, C. E. T. Net Assimilation Rate Determines the Growth Rates of 14 Species of Subtropical Forest Trees. *PLOS ONE*, v. 11, n. 3, p. e0150644, 2016. Disponível em: <<https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0150644>>. Acesso em: 23 abr. 2026.

LIU, H.; GAO, X.; FAN, W.; FU, X. Optimizing Carbon and Nitrogen Metabolism in Plants: From Fundamental Principles to Practical Applications. *Journal of Integrative Plant Biology*, v. 67, n. 6, p. 1447–1466, 2025a. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jipb.13919>>. Acesso em: 23 abr. 2026.

LIU, H.; WU, Y.; LU, J.; GOU, T.; ZHAO, S.; CHEN, F.; CHEN, S.; FANG, W.; GUAN, Z. Predictive Modeling Study on the Critical Nitrogen Concentration and Accumulation in Cut

Chrysanthemum Based on the Cumulative Photo-Thermal Effect. *Horticulturae*, v. 11, n. 11, p. 1313, 2025b. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2311-7524/11/11/1313>>. Acesso em: 23 abr. 2026.

LIU, X.; HU, B.; CHU, C. Nitrogen Assimilation in Plants: Current Status and Future Prospects. *Journal of Genetics and Genomics*, v. 49, n. 5, p. 394–404, 2022. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1673852721003763>>. Acesso em: 23 abr. 2026.

LODOLINI, E. M.; POLVERIGIANI, S.; GIORGI, V.; FAMIANI, F.; NERI, D. Time and Type of Pruning Affect Tree Growth and Yield in High-Density Olive Orchards. *Scientia Horticulturae*, v. 311, p. 111831, 2023. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304423823000079>>. Acesso em: 27 abr. 2026

LOPES, F. C. F.; MORENZ, M. J. F.; LÉDO, F. J. D. S.; CARNEIRO, J. D. C.; PACIULLO, D. S. C.; ANDRADE, P. J. M.; MORAES, C. T. de. Chemical Composition and Fatty Acid Profile of BRS Capiáçu Ensiled at Different Regrowth Ages. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 42, n. 3, p. 1981–2004, 2021. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/42215>>. Acesso em: 1 jun. 2026.

LV, Z.; ZHAO, W.; KONG, S.; LI, L.; LIN, S. Overview of Molecular Mechanisms of Plant Leaf Development: A Systematic Review. *Frontiers in Plant Science*, v. 14, p. 1293424, 2023. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2023.1293424/full>>. Acesso em: 23 abr. 2026.

MA, Z.; BUCKLEY, T. N.; SACK, L. The Determination of Leaf Size on the Basis of Developmental Traits. *New Phytologist*, v. 246, n. 2, p. 461–480, 2025. Disponível em: <<https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/nph.20461>>. Acesso em: 23 abr. 2026.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MARCINKEVIČIENĖ, A.; VELIČKA, R.; KOSTECKAS, R. Crop Density and Fertilization Effects on Weed Suppression in Spring Oilseed Rape. *Zemdirbyste-Agriculture*, v. 97, n. 2, p. 83–88, 2010.

MARKOVIĆ, S. M.; KNEŽEVIĆ, D.; DJUKIĆ, N. H. Effect of Genotype and Phenological Stages on the Accumulation Rate of Dry Matter in Wheat. *Journal of Animal & Plant Sciences*, v. 44, n. 2, p. 7647–7655, 30 maio 2020. Disponível em: <<http://www.m.elewa.org/journals/wp-content/uploads/2020/05/4.Markovic.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2026.

MARQUES FILHO, A. O.; RIBEIRO, M. N. G. SANTOS H. M.; SANTOS, J. M. 1981. Estudos climatológicos da Reserva Florestal Ducke – Manaus – AM. IV. Precipitação. *Acta amazônica*, 11: 759-768.

MATTIOLI, R.; COSTANTINO, P.; TROVATO, M. Proline Accumulation in Plants: Not Only Stress. *Plant Signaling & Behavior*, v. 4, n. 11, p. 1016–1018, 2009. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.4161/psb.4.11.9797>>. Acesso em: 24 abr. 2026.

MEENA, M.; DIVYANSHU, K.; KUMAR, S.; SWAPNIL, P.; ZEHRA, A.; SHUKLA, V.; YADAV, M.; UPADHYAY, R. S. Regulation of L-Proline Biosynthesis, Signal Transduction,

Transport, Accumulation and Its Vital Role in Plants during Variable Environmental Conditions. *Heliyon*, v. 5, n. 12, p. e02952, 2019. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2405844019366113>>. Acesso em: 24 abr. 2026.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G. C.; COLLINS, M.; MERTENS, D. R.; MOSER, L. E. (Ed.). *Forage quality, evaluation and utilization*. Madison: American Society of Agronomy; Crop Science Society of America; Soil Science Society of America, 1994. p. 450–493.

MINSON, D. J. *Forage in ruminant nutrition*. San Diego: Academic Press, 1990. 483 p.

MORALES, F.; ANCÍN, M.; FAKHET, D.; GONZÁLEZ-TORRALBA, J.; GÁMEZ, A. L.; SEMINARIO, A.; SOBA, D.; BEN MARIEM, S.; GARRIGA, M.; ARANJUELO, I. Photosynthetic Metabolism under Stressful Growth Conditions as a Bases for Crop Breeding and Yield Improvement. *Plants*, v. 9, n. 1, p. 88, 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2223-7747/9/1/88>>. Acesso em: 3 jun. 2026.

MOKSHINA, N.; CHERNOVA, T.; GALINOUSKY, D.; GORSHKOV, O.; GORSHKOVA, T. Key Stages of Fiber Development as Determinants of Bast Fiber Yield and Quality. *Fibers*, v. 6, n. 2, p. 20, 2018. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2079-6439/6/2/20>>. Acesso em: 12 jun. 2026.

MWANGI, F. W.; CHARMLEY, E.; ADEGBOYE, O. A.; GARDINER, C. P.; MALAU-ADULI, B. S.; KINOBE, R. T.; MALAU-ADULI, A. E. O. Chemical Composition and In Situ Degradability of *Desmanthus* Spp. Forage Harvested at Different Maturity Stages. *Fermentation*, v. 8, n. 8, p. 377, 2022. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2311-5637/8/8/377>>. Acesso em: 3 jun. 2026.

NASCIMENTO, K. D. S.; EDVAN, R. L.; EZEQUIEL, F. L. D. S.; AZEVEDO, F. L. D.; BARROS, L. D. S.; ARAÚJO, M. J. D.; BEZERRA, L. R.; BIAGIOTTI, D. Morphological and Morphometric Characteristics, Drying Rate, and Chemical Composition of Forage Grasses Grown for Hay Production. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 41, n. 3, p. 1037, 2020. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/37478>>. Acesso em: 24 abr. 2026.

NEESER, C.; AGUERO, R.; SWANTON, C. J. Incident Photosynthetically Active Radiation as a Basis for Integrated Management of Purple Nutsedge (*Cyperus Rotundus*). *Weed Science*, v. 45, n. 6, p. 777–783, 1997. Disponível em: <[https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0043174500088962/type/journal\\_article](https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0043174500088962/type/journal_article)>. Acesso em: 22 abr. 2026.

NGUYEN, H. T. D.; SCHONEWILLE, J. T.; PELLIKAAN, W. F.; NGUYEN, T. X.; HENDRIKS, W. H. In Vitro Gas Production of Common Southeast Asian Grasses in Response to Variable Regrowth Periods in Vietnam. *Fermentation*, v. 10, n. 6, p. 280, 2024. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2311-5637/10/6/280>>. Acesso em: 1 jun. 2026.

OSEI-KWARTENG, M.; AYIPIO, E.; MOUALEU-NGANGUE, D.; BUCK-SORLIN, G.; STÜTZEL, H. Interspecific Variation in Leaf Traits, Photosynthetic Light Response, and Whole-Plant Productivity in Amaranths (*Amaranthus* Spp. L.). *PLOS ONE*, v. 17, n. 6, p. e0270674, 2022. Disponível em: <<https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0270674>>. Acesso em: 22 abr. 2026.

PEIXOTO, C. P.; PEIXOTO, M. F. S. P. Dinâmica do crescimento vegetal: princípios básicos. In: CARVALHO, C. A. L. et al. (Org.). Tópicos em ciências agrárias. Cruz das Almas: Nova Civilização, 2009. p.37-53. v.1.

PERALTA, M. D. L. A. M.; GARCIA, A. R. R.; OLMEDO, F. M.; MARTINEZ, M. P.; AGUIRRE, H. A.; PEREZ, L. G. PHYSICAL-CHEMICAL QUALITY OF *Urochloa* GRASSES IN DIFFERENT PHENOLOGICAL STAGES. *International Journal of Agriculture Environment and BioResearch*, v. 05, n. 04, p. 162–171, 2020. Disponível em: <[http://ijacb.org/uploads2020/AEB\\_05\\_536.pdf](http://ijacb.org/uploads2020/AEB_05_536.pdf)>. Acesso em: 24 abr. 2026.

PERCIVAL, G.; KEARY, I.; NOVISS, K. The Potential of a Chlorophyll Content SPAD Meter to Quantify Nutrient Stress in Foliar Tissue of Sycamore (*Acer Pseudoplatanus*), English Oak (*Quercus Robur*), and European Beech (*Fagus Sylvatica*). *Arboriculture & Urban Forestry*, v. 34, n. 2, p. 89–100, 2008. Disponível em: <<https://auf.isa-arbor.com/lookup/doi/10.48044/jauf.2008.012>>. Acesso em: 24 abr. 2026.

PLENET, D.; LEMAIRE, G. Relationships between Dynamics of Nitrogen Uptake and Dry Matter Accumulation in Maize Crops. Determination of Critical N Concentration. *Plant and Soil*, v. 216, p. 65–82, 2000.

QIN, Y.; FENG, W.; CHEN, J.; ZHENG, C.; ZHANG, L.; NIE, T. Critical Nitrogen Dilution Curve for Diagnosing Nitrogen Status of Cotton and Its Implications for Nitrogen Management in Cotton–Rape Rotation System. *Agronomy*, v. 15, n. 6, p. 1325, 2025. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2073-4395/15/6/1325>>. Acesso em: 23 abr. 2026.

REYES, J.; SCHELLBERG, J.; SIEBERT, S.; ELSAESSER, M.; ADAM, J.; EWERT, F. Improved Estimation of Nitrogen Uptake in Grasslands Using the Nitrogen Dilution Curve. *Agronomy for Sustainable Development*, v. 35, n. 4, p. 1561–1570, 2015. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s13593-015-0321-2>>. Acesso em: 23 abr. 2026.

RODRÍGUEZ, A. A.; VILAS, JUAN MANUEL; SARTORE, GUSTAVO DANIEL; BEZUS, RODOLFO; COLAZO, JOSÉ; JAVIER, M. S. Field and genetic evidence support the photosynthetic performance index (PIABS) as an indicator of rice grain yield. *Plant Physiology and Biochemistry*, v. 201, p. 107897, 2023.

SANTOS, N. J. R.; SANTOS, J. Z. L.; ROSADO, S. I. P.; BRABOSA, T. M. B.; PANZA, M. R.; NUNES, M. T.; ROCHA, J. L. A. Critical Potassium Concentrations for the Initial Cultivation of *Cedrela Fissilis* Vell. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 48, p. e0240046, 2024. Disponível em: <<https://www.rbcsjournal.org/article/critical-potassium-concentrations-for-the-initial-cultivation-of-cedrela-fissilis-vell>>. Acesso em: 21 jul. 2026.

SHAPIRO, S.; WILK, M. An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). *Biometrika*, n. 52 (3/4), p. 591-611. 1965. DOI: 10.2307/2333709.

SHI, R.; DONG, S.; MAO, J.; WANG, J.; CAO, Z.; WANG, Y.; LI, S.; ZHAO, G. Dietary Neutral Detergent Fiber Levels Impacting Dairy Cows' Feeding Behavior, Rumen Fermentation, and Production Performance during the Period of Peak-Lactation. *Animals*, v. 13, n. 18, p. 2876, 2023. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2076-2615/13/18/2876>>. Acesso em: 1 jun. 2026.

SIPKA, G.; MAGYAR, M.; MEZZETTI, A.; AKHTAR, P.; ZHU, Q.; XIAO, Y.; HAN, G.; SANTABARBARA, S.; SHEN, J.-R.; LAMBREV, P. H.; GARAB, G. Light-Adapted Charge-

Separated State of Photosystem II: Structural and Functional Dynamics of the Closed Reaction Center. *The Plant Cell*, v. 33, n. 4, p. 1286–1302, 2021. Disponível em: <<https://academic.oup.com/plcell/article/33/4/1286/6119330>>. Acesso em: 24 abr. 2026.

SILVA, J. S.; MELO, F. R.; FERREIRA, C. R.; OLIVEIRA, S. D.; MORAES, M. J. Identificação da área foliar do feijoeiro por meio de técnicas de processamento digital de imagens. *OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA*, v. 22, n. 12, p. e8122, 2024. Disponível em: <<https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/8122>>. Acesso em: 21 jul. 2026.

SPORMANN, S.; NADAIS, P.; SOUSA, F.; PINTO, M.; MARTINS, M.; SOUSA, B.; FIDALGO, F.; SOARES, C. Accumulation of Proline in Plants under Contaminated Soils—Are We on the Same Page? *Antioxidants*, v. 12, n. 3, p. 666, 2023. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2076-3921/12/3/666>>. Acesso em: 24 abr. 2026.

STRASSER, R. J. et al. Simultaneous in vivo recording of prompt and delayed fluorescence and 820-nm reflection changes during drying and after rehydration of the resurrection plant *Haberlea rhodopensis*. *Biochimica et Biophysica Acta*, v. 1797, n. 6–7, p. 1313–1326, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

TANG, G.; LIAO, J.; XU, Y.; CAI, N. Effects of Top-Pruning Intensity Gradient on Root System Architecture and Allometric Patterns in *Pinus Yunnanensis* Franch. Seedlings. *Plants*, v. 14, n. 20, p. 3210, 2025. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2223-7747/14/20/3210>>. Acesso em: 27 abr. 2026.

TANTRAY, A. Y.; HAZZAZI, Y.; AHMAD, A. Physiological, Agronomical, and Proteomic Studies Reveal Crucial Players in Rice Nitrogen Use Efficiency under Low Nitrogen Supply. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 23, n. 12, p. 6410, 2022. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1422-0067/23/12/6410>>. Acesso em: 23 abr. 2026.

TEI, F.; BENINCASA, P.; GUIDUCCI, M. Critical Nitrogen Concentration in Processing Tomato. *European Journal of Agronomy*, v. 18, n. 1–2, p. 45–55, 2002. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1161030102000965>>. Acesso em: 24 abr. 2026.

TLAHIG, S.; NEJI, M.; ATOUI, A.; SEDDIK, M.; DBARA, M.; YAHIA, H.; NAGAZ, K.; NAJARI, S.; KHORCHANI, T.; LOUMEREM, M. Genetic and Seasonal Variation in Forage Quality of Lucerne (*Medicago Sativa* L.) for Resilience to Climate Change in Arid Environments. *Journal of Agriculture and Food Research*, v. 15, p. 100986, 2024. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2666154324000231>>. Acesso em: 1 jun. 2026.

TORRES NETTO, A.; CAMPOSTRINI, E.; OLIVEIRA, J. G. D.; BRESSAN-SMITH, R. E. Photosynthetic Pigments, Nitrogen, Chlorophyll a Fluorescence and SPAD-502 Readings in Coffee Leaves. *Scientia Horticulturae*, v. 104, n. 2, p. 199–209, 2005. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030442380400189X>>. Acesso em: 24 abr. 2026.

TORRESSI, A. O. R.; YONNY, M.; NAZARENO, M.; GALMARINI, C. R.; BOUZO, C. A. EFICIENCIA FOTOQUÍMICA MÁXIMA E ÍNDICE DE POTENCIAL FOTOSINTÉTICO EN PLANTAS DE MELÓN (*Cucumis melo*) TRATADAS CON BAJAS TEMPERATURAS. *FAVE Sección Ciencias Agrarias*, v. 13, n. 1/2, p. 89–96, 2015. Disponível em:

<<https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/publicaciones/index.php/FAVEAgrarias/article/view/4966>>. Acesso em: 24 abr. 2026.

TUCAK, M.; ČUPIĆ, T.; HORVAT, D.; RAVLIĆ, M.; KRIZMANIĆ, G.; MAĆEŠIĆ, D.; ŽNIDARŠIČ, T.; MEGLIČ, V. Changes in Agronomic and Forage Nutritive Values of Red Clover in Response to Different Development Stage. *Romanian Agricultural Research*, v. 40, p. 215–224, 2023. Disponível em: <<https://www.incda-fundulea.ro/rar/nr40/rar40.25.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2026.

VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

VARGAS VELAZQUEZ, V. T.; LÓPEZ ORTIZ, S.; CASTILLO GALLEGOS, E.; PÉREZ HERNÁNDEZ, P.; CRUZ LAZO, C.; JARILLO-RODRÍGUEZ, J.; LUCAS-LEYVA, C. DEGRADABILIDAD in situ DE LA MATERIA SECA DE *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Grey EN TRES ÉPOCAS DEL AÑO. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, v. 27, n. 1, 2024. Disponível em: <<https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/4963>>. Acesso em: 1 jun. 2026.

VERA-HERNÁNDEZ, P.; ORTEGA RAMÍREZ, M. A.; MARTÍNEZ NÚÑEZ, M.; RUIZ-RIVAS, M.; ROSAS-CÁRDENAS, F. D. F. Proline as a Probable Biomarker of Cold Stress Tolerance in Sorghum (*Sorghum Bicolor*). *Mexican Journal of Biotechnology*, v. 3, n. 3, p. 77–86, 2018. Disponível em: <<https://socibiotech.com/journals/mexjbiotechnol/article/view/147>>. Acesso em: 24 abr. 2026.

WERADUWAGE, S. M.; CHEN, J.; ANOZIE, F. C.; MORALES, A.; WEISE, S. E.; SHARKEY, T. D. The Relationship between Leaf Area Growth and Biomass Accumulation in *Arabidopsis Thaliana*. *Frontiers in Plant Science*, v. 6, 2015. Disponível em: <<http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fpls.2015.00167/abstract>>. Acesso em: 22 abr. 2026.

XIAOPING, X.; YIZHUO, S.; WENQI, G.; ZHIGUO, Z. Accumulation Characteristics of Biomass and Nitrogen and Critical Nitrogen Concentration Dilution Model of Cotton Reproductive Organ. *Acta Ecologica Sinica*, v. 28, n. 12, p. 6204–6211, 2008. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1872203209600159>>. Acesso em: 23 abr. 2026.

YANG, H.; LI, J.; YANG, J.; WANG, H.; ZOU, J.; HE, J. Effects of Nitrogen Application Rate and Leaf Age on the Distribution Pattern of Leaf SPAD Readings in the Rice Canopy. *PLoS ONE*, v. 9, n. 2, p. e88421, 2014. Disponível em: <<https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0088421>>. Acesso em: 24 abr. 2026.

YANG, J.; LU, J.; LIU, M.; DIJKSTRA, F. A. Continuous Remobilization from Below-ground Provides More than Half of All Carbon and Nitrogen in Regrowing Shoots after Grassland Defoliation. *Journal of Ecology*, v. 111, n. 10, p. 2172–2180, 2023. Disponível em: <<https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1365-2745.14166>>. Acesso em: 1 jun. 2026.

ZHOU, L.; MING, B.; WANG, K.; SHEN, D.; FANG, L.; YANG, H.; XUE, J.; XIE, R.; HOU, P.; YE, J.; YU, J.; ZHANG, T.; ZHANG, G.; LI, S. Establishment of Critical Nitrogen-Concentration Dilution Curves Based on Leaf Area Index and Aboveground Biomass for Drip-

Irrigated Spring Maize in Northeast China. *The Crop Journal*, v. 13, n. 2, p. 556–564, 2025. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2214514125000248>>. Acesso em: 23 abr. 2026.

ZIO, E.; MONTAGNOLI, A.; KARADY, M.; TERZAGHI, M.; SFERRA, G.; ANTONIADI, I.; SCIPPA, G. S.; LJUNG, K.; CHIATANTE, D.; TRUPIANO, D. Reaction Wood Anatomical Traits and Hormonal Profiles in Poplar Bent Stem and Root. *Frontiers in Plant Science*, v. 11, p. 590985, 2020. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2020.590985/full>>. Acesso em: 22 abr. 2026.

ZUO, G.; MEI, W.; FENG, N.; ZHENG, D. Photosynthetic Performance Index (PIabs) and Malondialdehyde (MDA) Content Determine Rice Biomass under Combined Salt Stress and Prohexadione-Calcium Treatment. *BMC Plant Biology*, v. 25, n. 1, p. 823, 2025. Disponível em: <<https://bmcpplantbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12870-025-06826-x>>. Acesso em: 24 abr. 2026.

ZUTTER, A.; BOEVER, J.; MUYLLE, H.; ROLDÁN-RUIZ, I.; HAESAERT, G. In Vitro Digestibility as Screening Tool for Improved Forage Quality in Triticale. *Field Crops Research*, v. 301, p. 109009, 2023. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378429023002022>>. Acesso em: 3 jun. 2026.

#### 4 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os resultados evidenciaram variabilidade genética entre os acessos de *U. lobata* L., indicando potencial para programas de melhoramento e seleção de materiais superiores. O acesso IRN destacou-se como o mais promissor, reunindo precocidade, elevada produtividade, maior massa de sementes e potencial para produção de fibras e uso forrageiro. Estudos moleculares são recomendados para complementar a caracterização da espécie e subsidiar estratégias de seleção mais eficientes, assim como a inclusão de novos acessos provenientes de outros municípios produtores do Amazonas, visando representar de forma mais abrangente a variabilidade genética disponível, fortalecer programas de conservação e melhoramento, e ampliar o conhecimento sobre o potencial produtivo e adaptativo da cultura em diferentes ambientes amazônicos.

Para a produção de fibras, os acessos ANÃ, CAA, IRN e MAC apresentaram desempenho superior, em decorrência do maior crescimento vegetativo e do acúmulo de biomassa estrutural. Para uso forrageiro, os acessos IRN e ANR destacaram-se pela melhor qualidade nutricional da biomassa produzida. Os resultados também demonstraram que a expressão dessas características é influenciada pela época de corte, evidenciando a necessidade de estratégias de manejo específicas de acordo com a finalidade de exploração da cultura.

Destaca-se ainda que os acessos avaliados apresentaram crescimento expressivo em condições de terra firme aos 120 dias após a emergência, antecipando significativamente o ciclo tradicional de produção quando comparado ao sistema de várzea. Essa característica assume especial relevância diante das alterações no regime hidrológico amazônico, reforçando a importância da seleção de genótipos adaptados, precoces e produtivos.