

Características morfo-anatômicas e fisiológicas de gramíneas associadas à tolerância a alagamento e a encharcamento

Moacyr Bernardino Dias-Filho

Embrapa Amazônia Oriental

www.diasfilho.com.br



Excesso de água no solo da pastagem

Problema global capaz de causar sérios prejuízos à pecuária

Provocado naturalmente (períodos chuvosos intensos, má drenagem natural dos solos e elevação sazonal do nível de rios e lençol freático)

Provocado ou intensificado por práticas de manejo que diminuem a capacidade natural de drenagem do solo (pisoteio do gado, trânsito de máquinas, impacto da chuva no solo descoberto etc.)

Embrapa

© Moacyr B. Dias-Filho

Respostas do solo ao alagamento

Espaços de ar nos poros são preenchidos com água

Concentração de O₂ é diminuída (microrganismos e raízes)

Concentrações de CO₂, etileno e metano aumentam

Formação de compostos tóxicos (e.g., Fe e Mn solúveis, etanol, lactato)

Deficiência de N (queda decomposição matéria orgânica, desnitrificação e lixiviação)

Embrapa

© Moacyr B. Dias-Filho

Excesso de água no solo da pastagem

Estresse complexo capaz de exercer forte pressão seletiva nas plantas

Dependendo do local a gramínea poderá ficar exposta a períodos curtos ou longos de encharcamento ou alagamento

A situação mais comum de excesso hídrico em pastos plantados é o encharcamento de curta duração

Embrapa

© Moacyr B. Dias-Filho

Respostas da planta ao alagamento

Determinadas pelo momento, duração e intensidade do estresse e pelo genótipo

Impacto sentido diretamente pelas raízes e indiretamente pela parte aérea

Embrapa

© Moacyr B. Dias-Filho

Impactos do alagamento na planta

"APAGÃO" (crise energética)

Sob hipoxia - Geração de energia (ATP) nas mitocôndrias (fosforilação oxidativa) é parcialmente afetada

Sob anoxia - Fosforilação oxidativa da mitocôndria é cessada. Geração de energia por glicólise e fermentação (10 a 15 x menos eficiente)

Embrapa

© Moacyr B. Dias-Filho

Impactos do alagamento na planta

CRISE DE AÇÚCAR

Reservas de carboidratos solúveis não são repostas.
Mobilização de amido prejudicada sob anoxia

Exaustão das reservas de carboidratos, levando à morte de células e tecidos

 © Masoy B. Das-Filho

© Masoy B. Das-Filho

Impactos do alagamento na planta

INTOXICAÇÃO

Mn²⁺, Fe²⁺ e S²⁻ acumulam a níveis tóxicos nas raízes

Ácidos orgânicos (butírico, propiônico etc.) acumulam no solo e danificam as raízes

 © Masoy B. Das-Filho

© Masoy B. Das-Filho

Impactos do alagamento na planta

SEDE (déficit hídrico)

Decréscimo na condutividade hidráulica das raízes

Diminuição do sistema radicular

 © Masoy B. Das-Filho

© Masoy B. Das-Filho

Impactos do alagamento na planta

INSALUBRIDADE

Melhor condição epidemiológica para diversos patógenos

Mecanismos metabólicos de defesa são alterados

 © Masoy B. Das-Filho

© Masoy B. Das-Filho

Consequências do alagamento

Clorose

Murchamento

Queda na taxa fotossintética

Queda na concentração de nutrientes nas folhas

Diminuição do crescimento

Doenças

 © Masoy B. Das-Filho

© Masoy B. Das-Filho

Síndrome da morte do capim-marandu

Estreita relação com a baixa tolerância da cultivar Marandu de *B. brizantha* ao excesso de água no solo

Alterações metabólicas nos mecanismos de defesa da planta devido ao alagamento do solo

Exsudação de etanol durante alagamento (maior em genótipos menos tolerantes) atrairia zoósporos de fungos

 © Masoy B. Das-Filho

© Masoy B. Das-Filho

Interação pastejo x alagamento

O estresse do excesso de água no solo equivale ao de uma desfolha e pisoteio intensivos

Reduz a fixação de carbono, o desenvolvimento das raízes e força o uso de reservas para manter o crescimento

Diversos mecanismos compensatórios à desfolha conflitam com as respostas ao alagamento

© Moacyr B. Dias-Filho

Tolerância a alagamento e encharcamento

Baseada em respostas fisiológicas e morfo-anatômicas a anoxia (estratégias adaptativas)

A captura e transporte de O₂ para tecidos submersos é o mecanismo básico da tolerância

Utilização eficiente da energia disponível para uso em processos essenciais

Controle do transporte de íons tóxicos

Sistema eficiente de defesa oxidativa (alagamento cíclico ou de curta duração). Defesa contra espécies reativas de oxigênio (peróxido de hidrogênio)

© Moacyr B. Dias-Filho

Mecanismos adaptativos associados à tolerância em gramíneas

Aerênquimas

Raízes adventícias

Capacidade de alongar rapidamente colmos (submersão)

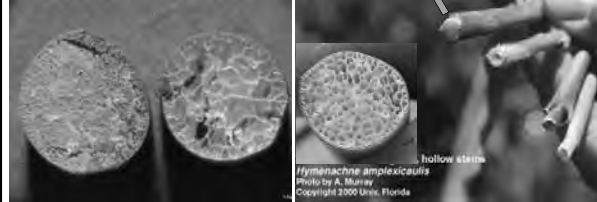
© Moacyr B. Dias-Filho

Aerênquima

Ocorre em raízes, colmos e folhas

Transporta O₂ para as épicas radiculares e rizomatos

Remove gases das raízes e do solo (CO₂, etileno e metano)

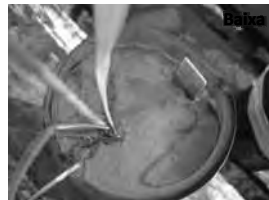
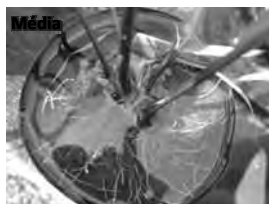


© Moacyr B. Dias-Filho

Raízes adventícias

Aumenta o acesso ao oxigênio, nutrientes e água

Capacidade de formar raízes adventícias varia com o genótipo



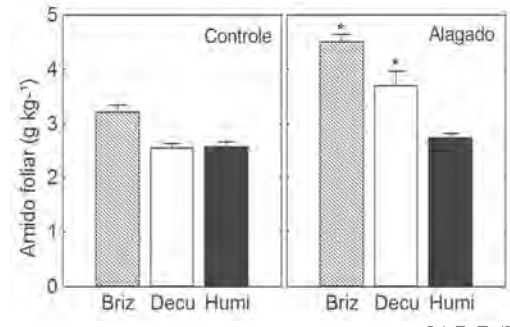
© Moacyr B. Dias-Filho

Tolerância interespecífica

Percentual de redução devido ao alagamento

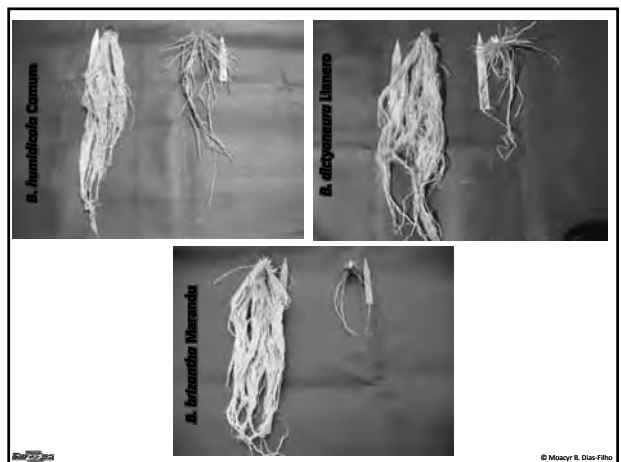
	<i>B. brizantha</i> Marandu	<i>B. decumbens</i>	<i>B. humidicola</i>
Fotossíntese	89	52	0
Condutância	60	31	21
Clorofila total	12	0	0
TCR	81	52	19
Raízes	72	58	58
N folha	30	0	2
K folha	28	22	12

Fonte: Dias-Filho, M.B.
© Moacyr S. Dias-Filho



Fonte: Dias-Filho, M.B.

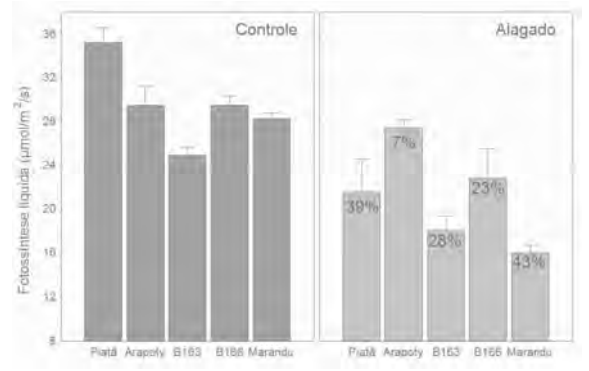
© Moacyr S. Dias-Filho



© Moacyr S. Dias-Filho

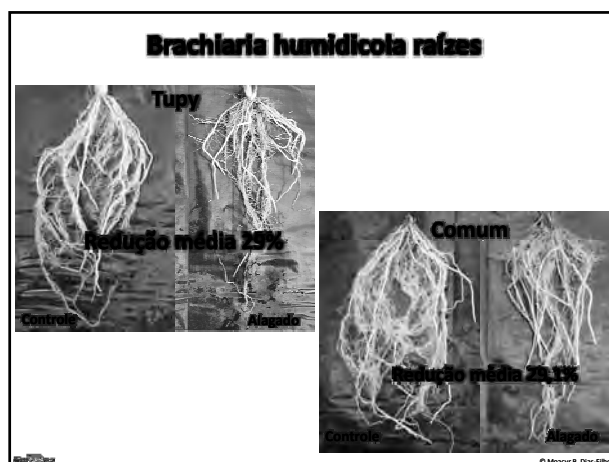
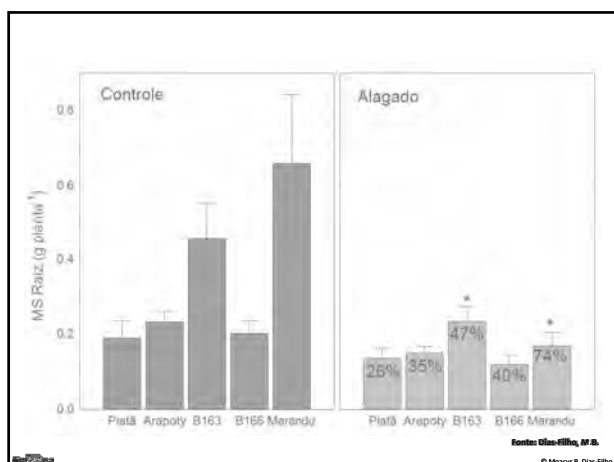
Tolerância intraespecífica

© Moacyr S. Dias-Filho



Fonte: Dias-Filho, M.B.

© Moacyr S. Dias-Filho



Importância (hipotética) de mecanismos adaptativos associados à tolerância a encharcamento e alagamento do solo em gramíneas

Encharcamento de longa duração

Produzir energia em ambiente anaeróbico (tolerância a anoxia nas raízes)

Aerênquimas

Sistema eficiente de defesa contra espécies reativas de oxigênio (ERO) – estresse oxidativo

© Moacyr B. Dias-Filho

Encharcamento de longa duração

Aerênquimas

Sistema eficiente de defesa contra espécies reativas de oxigênio (ERO) – estresse oxidativo

Produção de raízes adventícias

Tolerância a constituintes tóxicos do solo

Alagamento de curta duração (submergência)

Estratégias citadas acima – mais a capacidade de rápido alongamento de colmos e folhas

© Moacyr B. Dias-Filho

Considerações finais

Programas de melhoramento de forrageiras para lançamento de cultivares devem incluir avaliações sobre tolerância a excesso de água no solo

Existe grande variabilidade natural intraespecífica em *Brachiaria brizantha* (e *Panicum maximum*) quanto à tolerância ao excesso de água no solo

Há potencial para que sejam disponibilizados germoplasma de gramíneas com boa tolerância relativa ao excesso de água no solo

Contato

Moacyr Bernardino Dias-Filho
Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA
moacyr@cpatu.embrapa.br

www.diasfilho.com.br

<http://twitter.com/MoacyrDiasFilho>