

## ESTABELECIMENTO DO CAPIM SETÁRIA cv. KAZUNGULA EM CONDIÇÕES DE INUNDAÇÃO

Cláudio Maluf Haddad<sup>1\*</sup>; Cláudia Orsini Platzek<sup>2</sup>; Luis Fernando Monteiro Tamassia<sup>2,3</sup>; Flávio Geraldo Ferreira Castro<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Depto. de Produção Animal - USP/ESALQ, C.P. 9 - CEP: 13418-900 - Piracicaba, SP.

<sup>2</sup>Pós-Graduando do Depto. de Produção Animal - USP/ESALQ.

<sup>3</sup>Bolsista CAPES.

\*Autor correspondente <cmhaddad@carpa.ciagri.usp.br>

**RESUMO:** Este experimento teve como objetivo conhecer o comportamento da *Setaria sphacelata* (Schumach.) Moss var. sericea (Stapf) Clayton cv. Kazungula quanto a capacidade de sobrevivência em diferentes condições de inundação por ocasião de seu estabelecimento. O mesmo foi dividido em duas etapas e instalado em condições de campo, utilizando-se caixas de cimento amianto cheias com solo de várzea. O delineamento estatístico adotado foi inteiramente casualizado com quatro repetições. Para a primeira etapa foram impostos como tratamentos as épocas de inundação: 0, 10, 20, 30 e 40 dias após a semeadura com duração de 10 dias, sendo a testemunha irrigada por aspersão normal. Com exceção do tratamento onde a inundação foi iniciada 10 dias após a semeadura, não existiu diferença ( $P < 0,01$ ) entre o número de plantas emergidas ao final dessa etapa experimental. Foi observada uma tendência de superioridade no tratamento cuja época de inundação foi imediata à semeadura, sugerindo um possível estímulo da inundação na germinação das sementes dessa espécie. Na segunda etapa os tratamentos foram: inundação por 15, 20, 25, 30 e 35 dias de duração imediatamente após a semeadura, sendo a testemunha irrigação por aspersão normal. Os resultados indicam que inundações por 15 dias ou mais, nas condições do experimento, comprometem o potencial de germinação das sementes, diminuindo o número de plantas emergidas ( $P < 0,05$ ) e portanto prejudicando o estabelecimento. Palavras-chave: alagamento, estabelecimento, pastagem

## ESTABLISHMENT OF SETARIA GRASS cv. KAZUNGULA IN FLOODED CONDITIONS

**ABSTRACT:** The survival capacity *Setaria sphacelata* (Schumach.) Moss var. sericea (Stapf) Clayton cv. Kazungula was studied under flooded conditions during the establishment period. The experimental data were collected in two phases. Flooded conditions were simulated using cement boxes full of mud soil from the field. The experimental design was completely randomized, replicated four times. The first phase had imposed 10 days of flooding after: 0, 10, 20, 30 and 40 days from sowing. Treatments did not differ statistically ( $P < 0.01$ ) in terms of number of individuals saved at the end of this phase, except for the treatment in which the flooded condition was imposed 10 days after sowing. A higher tendency was observed in relation to the treatment in which the flooded condition was imposed immediately after sowing (0 days), suggesting a possible flooding inducement to this species seed germination. The second phase had flooding periods of: 15, 20, 25, 30 e 35 days immediately after sowing. The results showed that 15 days or more of flooded conditions, can affect the seed germination potential, reducing the number of emerging plants ( $P < 0.05$ ) and compromising their establishment.

Key words: waterlogging, establishment, pasture

## INTRODUÇÃO

O crescimento e a distribuição de plantas são controlados principalmente por falta ou excesso de água. O estabelecimento e desenvolvimento de plantas forrageiras podem ser adversamente afetados pela inundação, a qual pode ser ocasionada por enchentes, tempestades, drenagem deficiente, etc., sendo que determinadas regiões de pastagens são mais sujeitas a estes problemas.

Inundações temporárias ou contínuas são comuns por todo o mundo. No Brasil, são milhões de hectares de áreas inundáveis. Na Amazônia, existem dados indicando que até 10 milhões de hectares são áreas de pastagens

inundadas. No Pantanal Matogrossense, a maior parte de seus 4 milhões de hectares é utilizada como pastagem em áreas que se alagam na época das cheias.

A literatura em geral é vasta e detalhada quanto aos efeitos do déficit de água às culturas, mas em relação aos problemas de excesso é muito genérica. Apesar de existirem algumas informações relacionadas com a sobrevivência de gramíneas e leguminosas temperadas e gramíneas tropicais, são poucas as referências sobre o conhecimento quanto ao comportamento fisiológico das plantas sob condições de excesso de água relativo ao tempo de permanência da cultura, qualquer que seja ela, com seu sistema radicular totalmente submerso.

Sabe-se que com o encharcamento do solo há

substituição da fase gasosa (ar) do solo pela fase líquida (água). Como consequência aparecem três fatores secundários de “stress” que são a deficiência de  $O_2$ , o excesso de  $CO_2$  e o excesso de etileno. A deficiência de  $O_2$  leva a uma diminuição da taxa de respiração aeróbica, o que por sua vez provoca acúmulo de toxinas metabólicas. Na presença de  $O_2$ , o piruvato, que é o produto final da glicólise, é convertido a  $CO_2$  e água mas, na sua ausência, os produtos finais são o etanol, aldeídos e ácidos orgânicos como o ácido láctico (Rodrigues et al., 1993).

Vários são os sintomas que aparecem nas plantas sujeitas a inundação, sendo que o murchamento é geralmente o primeiro a aparecer quando as condições atmosféricas são favoráveis à transpiração (Levitt, 1980). O murchamento é devido à uma diminuição na absorção de água causada por aumento repentino da resistência da raiz, o qual parece ser provocado pelo etileno produzido na planta e no solo. O fechamento dos estômatos ocorre depois de pouco tempo e, se não houver drenagem do solo depois de 24-48 h, em várias espécies pode-se observar a epinastia, que é outro efeito do excesso de etileno no meio. Depois de poucos dias a uma semana, dependendo da espécie, as folhas tornam-se cloróticas, senescem e morrem. Acredita-se que a perda da cor verde seja uma consequência da falta de citocininas as quais são sintetizadas principalmente nas raízes. Além disso, ocorre um distúrbio do metabolismo do nitrogênio e um desequilíbrio hormonal, podendo ocorrer formação de raízes adventícias em partes do caule acima da superfície da água. A falta de  $O_2$  reduz o crescimento da parte aérea e das raízes, provoca escurecimento dos ápices radiculares e alteração nas organelas celulares. Com o passar do tempo há acúmulo de ferro reduzido, metano, sulfetos e de outros compostos no solo, que prejudicam ainda mais as raízes (Rodrigues et al., 1993).

A capacidade das plantas viverem sob condições de uma deficiência ou ausência temporária de oxigênio é amplamente disseminada na natureza. Assim, o conhecimento das vias de adaptação a essas condições é essencial, uma vez que o encharcamento permanente ou temporário pode ocorrer em muitas regiões. Algumas plantas morrem rapidamente durante o encharcamento enquanto outras são capazes de sobreviver nestas condições (Chirkova, 1988). Essas diferenças na resistência ao encharcamento são devidas a: estrutura do caule que permite difusão rápida do oxigênio da parte aérea para as raízes, tolerância das raízes à respiração anaeróbica, capacidade de regeneração de novas raízes, habilidade da planta em usar o  $NO_3$  como um acceptor alternativo de elétrons (Levitt, 1980). Outros mecanismos para funcionar sob “stress” de oxigênio são: diminuição da taxa metabólica, remoção dos produtos tóxicos, manutenção da integridade e estabilidade das membranas e mudanças compensatórias no metabolismo. Estas últimas incluem: a síntese de enzimas adaptativas, a metabolização de produtos provenientes do metabolismo

anaeróbico, a oxidação endógena anóxica e a adaptação das vias respiratórias (Rodrigues et al., 1993).

Dentre as gramíneas tropicais reconhecidas como tolerantes às condições de encharcamento encontra-se citada *Setaria sphacelata* (Schumach.) Moss var. sericea (Stapf) Clayton cv. Kazungula (Rodrigues et al., 1993), que nos últimos anos vêm sendo testada em diversas áreas no País, tendo-se mostrado bastante promissora.

A elevação excessiva e prolongada do nível freático do solo coincidentemente com a época de maior sensibilidade da cultura tem sido um dos fatores considerados mais adversos à produção, principalmente dentro de um programa de utilização de forragens, onde o estabelecimento é considerado período crítico, é de fundamental importância a quantificação do encharcamento na implantação de pastagens.

A presença de ar é um requisito básico para a germinação de sementes e estabelecimento de plântulas (Hook, 1984). Segundo Rumpho & Kennedy (1981), após a inundação ocorre um período de anoxia, principalmente se for antes da ruptura da cobertura da semente e se o período submerso for longo, resulta em impermeabilidade temporária e morte da semente. Já, segundo Kramer & Kozlowski (1979), a germinação de semente sob água pode ser benéfica ou desastrosa, dependendo da profundidade, duração da inundação, da temperatura da água e principalmente da espécie.

No Rio Grande do Sul, a utilização de áreas de várzeas com a cultura de arroz inundado gera o aparecimento de muitas plantas indesejáveis, como o arroz vermelho, cujo controle só tem se tornado possível através de rotação com pastagens, no entanto, informações sobre espécies potencialmente viáveis e seu manejo são ainda muito escassas.

O objetivo do presente trabalho foi de conhecer o compartimento da *Setaria sphacelata* (Schumach.) Moss var. sericea (Stapf) Clayton cv. Kazungula quando submetida à saturação hídrica de seu sistema radicular em fases distintas de seu estabelecimento.

Esse conhecimento do comportamento permitirá adequar a melhor época do estabelecimento da planta com o regime vigente, bem como prover suficiente embasamento e aprimoramento da metodologia para estudos posteriores sobre o excesso de água na produção da espécie já estabelecida.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi montado em caixas de amianto em condições de campo, em área do Departamento de Produção Animal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP, Campus de Piracicaba-SP (22°42’S; 47°32’W). Foi utilizado no experimento a gramínea *Setaria sphacelata* (Schumach.) Moss var. sericea (Stapf) Clayton cv. Kazungula com sementes de procedência comercial que apresentaram 68,6% de pureza, 36% de germinação e 24,7% de valor cultural.

As caixas foram preenchidas com um solo de várzea cedido pelo Departamento de Agricultura e Horticultura da ESALQ/USP, classificado como gley pouco húmico, autrófico, argiloso. Apresentando, segundo análise realizada, a seguinte composição química: pH = 5,6 (CaCl<sub>2</sub>); matéria orgânica = 48 g dm<sup>-3</sup>; P = 9,7 mg dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup> = 9 mmolc dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>+2</sup> = 116 mmolc dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>+2</sup> = 44 mmolc dm<sup>-3</sup>; CTC = 187 mmolc dm<sup>-3</sup>; V = 90,4%.

Foi realizada adubação fosfatada de plantio na base de 80 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> com o uso de superfosfato simples granulado. O adubo utilizado foi diluído em água e aplicado na ocasião da semeadura, via regador. Não foi feita qualquer outra adubação durante o período experimental.

Visando conhecer o comportamento desta gramínea quando submetida à saturação hídrica de seu sistema radicular durante seu estabelecimento, foram realizadas duas etapas distintas de experimentação em um delineamento experimental inteiramente casualizado, constando de 6 tratamentos e 4 repetições, totalizando 24 observações. Ao final de cada etapa experimental, as caixas eram esvaziadas e depois novamente cheias com o mesmo tipo de solo.

Na primeira etapa, a *Setaria sphacelata* (Schumach.) Moss var. sericea (Stapf) Clayton cv. Kazungula foi semeada nas caixas em 20/09/1987 utilizando-se 400 sementes por caixa e simulando a semeadura a campo: aração, gradagem, compactação do solo, riscagem do solo, adubação, distribuição da semente na área e compactação posterior.

Os tratamentos constituíram-se de 5 etapas distintas após o estabelecimento e que foram submetidas a inundação por um período constante (10 dias), com exceção da testemunha, sendo:

- T1 (testemunha) - semeadura com irrigação por aspersão normal;
- T2 - semeadura e inundação imediata por 10 dias;
- T3 - semeadura e após 10 dias, inundação por 10 dias;
- T4 - semeadura e após 20 dias, inundação por 10 dias;
- T5 - semeadura e após 30 dias, inundação por 10 dias;
- T6 - semeadura e após 40 dias, inundação por 10 dias.

A cada 10 dias, até o final desta etapa, era feita a aplicação de um novo tratamento e avaliado o número de plantas emergidas através de contagem. Também foram tomadas medidas da altura de plantas em três épocas durante esta etapa de experimentação (40, 50 e 60 dias após a semeadura). Ao final desta etapa as plantas foram cortadas e pesadas (gramas de matéria seca - após secagem em estufa a 60° C por 48 horas), além de ser determinado o número de folhas totalmente expandidas (folhas com lígula totalmente evidente).

Em 24/11/87 a *Setaria* foi semeada novamente para execução da 2ª etapa, nos mesmos moldes que para a primeira etapa e para isso foram utilizadas 400

sementes por caixa. Foram adotados 5 critérios de duração de inundação imediatamente após a semeadura, determinada segundo análise dos resultados obtidos na 1ª etapa e a testemunha, da mesma forma que para a primeira etapa. Os tratamentos foram:

- T1 (testemunha) - semeadura com irrigação por aspersão normal;
- T2 - semeadura e inundação *imediata* por 15 dias;
- T3 - semeadura e inundação *imediata* por 20 dias;
- T4 - semeadura e inundação *imediata* por 25 dias;
- T5 - semeadura e inundação *imediata* por 30 dias;
- T6 - semeadura e inundação *imediata* por 35 dias;

Ao final da aplicação de cada tratamento logo após a inundação (15, 20, 25, 30 e 35) foram obtidos dados quanto ao número de plantas emergidas e altura de plantas. E ao final desta etapa experimental foram obtidos dados de peso de plantas (gramas de matéria seca) e número de folhas expandidas.

Para a execução do experimento foram utilizadas 24 caixas de cimento amianto de 50 litros dispostas em 3 fileiras de 8 caixas cada, para facilitar o processo de inundação. Foram utilizadas 3 caixas de 50 litros como abastecedoras de água e 1 caixa de 750 litros como reservatório principal de água. As 8 caixas de cada fileira foram instaladas em nível e permaneceram ligadas através de um dreno adaptado na parte inferior de cada caixa a um tubo de polietileno que permitia, ou não, a inundação da caixa em questão, bem como o restabelecimento do nível da água durante a evaporação e evapotranspiração.

As caixas, todas de dimensões iguais (50 L), apresentavam as medidas 0,50 m de fundo, 0,32 m de altura e 0,50 m de largura. No orifício inferior foi inserido e fixado um dreno de ½' com uso de massa adesiva do tipo "Durepoxi". Todas as caixas foram cheias de maneira a conter um volume idêntico de solo, ou seja, o mesmo peso (60 kg). No fundo de cada caixa foi colocada uma camada de 3-5 cm de pedrisco, a fim de facilitar a drenagem livre do excesso de água e o processo de inundação.

Na conexão ao dreno fixado na parte inferior da caixa adaptou-se uma mangueira plástica de parede fina que fazia a ligação da caixa ao tubo de polietileno e este ao recipiente abastecedor de água constantemente cheio devido à existência de uma bóia reguladora.

A lâmina de água (4-5 cm) permanecia constante nas caixas (repetições) pelo tempo necessário. Decorrido o período de inundação pré-estabelecido em cada etapa, o sistema de manutenção da lâmina de água de cada caixa era modificado, sendo então feita a desconexão da mangueira e o dreno adaptado ficaria livre para a drenagem do excesso de água em caso de chuva pesada. O solo então passaria a receber água via aspersão normal da mesma forma que o tratamento testemunha.

A aplicação de água para o desenvolvimento das plantas para o tratamento testemunha e para as caixas, antes e depois do período de inundação, foi feita através de regador. Foram feitas regas diárias conforme a precipitação do dia. O controle de ervas daninhas dentro das caixas foi feito semanalmente ou sempre que necessário, através da retirada manual das mesmas. No controle periódico de pragas, especialmente lagartas e formigas, usou-se Chlorpyrifos Ethyl (Lorsban 480 Br) e Dodecacloro (Mirex).

Para a análise do número de plantas na 1ª etapa experimental e da altura média das plantas, peso médio e número de folhas completas por planta na 1ª e 2ª etapa, o delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. Já os parâmetros número de plantas e altura média das plantas para a 2ª etapa foram analisados através do delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial incompleto de 8 x 6, 8 períodos e 6 durações de inundação respectivamente, com 4 repetições por tratamento.

O capim *Setaria* foi semeado na 1ª etapa em 20/09/87 e então a cada 10 dias, por um período de 60 dias, foram realizadas contagens do número de plantas emergidas. Nas últimas três avaliações foram tomados dados de altura média das plantas. Ao final do período experimental foram obtidos dados de peso de plantas e número médio de folhas completas por plantas. Os resultados estão apresentados nas TABELAS 1, 2 e 3.

A quantidade de sementes utilizadas foi ajustada para se obter 100 sementes/caixa, mas como esse número não foi atingido, os dados foram também acessados como porcentagem (%) do número de plantas emergidas do testemunha (T1) e apresentados na TABELA 1 juntamente com os resultados obtidos.

TABELA 1 - Número médio de plantas e porcentagem de plantas em relação ao testemunha (T1) de *Setaria* estabelecidas na 1ª etapa.

	Dias após a semeadura					
	10	20	30	40	50	60
T1	7,50	22,75	23,25	21,25	20,25	18,50 A
% (T1)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
T2	0,00	16,75	24,25	26,00	25,50	24,25 A
% (T1)	0,00	73,62	104,30	122,35	125,92	131,08
T3	5,50	9,25	6,50	6,75	8,00	7,75 B
% (T1)	73,33	40,65	27,95	3,17	39,50	41,89
T4	6,00	33,00	31,25	25,00	18,00	17,75 A
% (T1)	80,00	145,05	134,40	117,64	88,88	95,94
T5	5,50	22,75	21,75	21,75	19,00	17,50 A
% (T1)	73,33	100,00	91,57	102,35	93,82	94,59
T6	4,80	27,50	25,50	23,75	22,00	21,25 A
% (T1)	53,33	120,87	109,67	111,76	108,64	114,86

\*Letras distintas na mesma coluna mostram médias diferentes a 1% pelo teste de Tukey.

TABELA 2 - Altura média (cm) de plantas e porcentagem da altura em relação ao testemunha (T1) de *Setaria* estabelecidas na 1ª etapa.

	Dias após a semeadura			
	40	50	60	
T1	17,19 a A	22,11 a A	25,87 a A	a
% (T1)	100,00	100,00	100,00	
T2	9,47 ab AB	17,23 abc AB	25,71 a A	ab
% (T1)	55,09	77,92	99,38	
T3	5,53 b B	8,77 c B	19,97 a B	c
% (T1)	32,16	39,66	77,19	
T4	7,17 b B	12,05 bc AB	20,15 a A	ab
% (T1)	41,71	54,50	77,88	
T5	12,08 ab AB	16,10 abc AB	22,32 a A	ab
% (T1)	70,27	72,81	86,27	
T6	12,09 ab AB	21,99 ab A	29,50 a A	a
% (T1)	70,33	99,45	114,00	

\*Letras minúsculas distintas na mesma linha ou maiúsculas na mesma coluna mostram médias diferentes a 5% pelo teste de Tukey.

TABELA 3 - Peso médio de plantas e número de folhas completas de plantas de *Setaria* estabelecidas na 1ª etapa.

	Peso	Nº folhas
	(g de MS)	
T1	0,85 a	27,25 a
% (T1)	100,00	100,00
T2	0,40 ab	17,48 a
% (T1)	47,05	64,15
T3	0,28 b	17,28 a
% (T1)	32,94	63,41
T4	0,35 ab	17,62 a
% (T1)	41,18	64,66
T5	0,28 b	14,74 a
% (T1)	32,94	54,09
T6	0,63 ab	17,13 a
% (T1)	74,11	62,86

\*Letras distintas na mesma coluna mostram médias diferentes a 5% pelo teste de Tukey.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o tratamento T3 (inundação por 10 dias após 10 dias da semeadura), as sementes de *setaria* germinaram durante o período de inundação, o que discorda do verificado nos trabalhos de Anderson (1972a; 1974) com gramíneas inundadas (TABELA 1). Uma possível explicação para o ocorrido durante o tratamento T3 é que algumas sementes podem ter começado o processo de germinação durante os primeiros 10 dias que

antecederam a inundação, sem terem lançado qualquer indício morfológico (raízes seminais e plúmulas) e portanto não foram incluídas na contagem. Essas características de “seedlings” podem ter aparecido entre o período de contagem e a imposição da inundação, ou mais provavelmente logo após a retirada da água de inundação daí terem sido considerados na contagem realizada neste último momento elevando a média do número de plantas de 5,5 antes da inundação para 9,25 após a mesma.

No tratamento T5 (inundação por 10 dias após 30 dias da semeadura) apenas uma caixa apresentou aumento do número de plantas o que pode ser explicado da mesma forma que para o tratamento T3, ou até mesmo por erros de contagem ou anotações dos valores obtidos.

Para os tratamentos T4 (inundação por 10 dias após 20 dias da semeadura) e T6 (inundação por 10 dias após 40 dias da semeadura) não ocorreu aumento do número de plantas durante a inundação nem após os 30 dias de experimentação, fato esse acompanhado pelo testemunha T1 que aos 30 dias tinha alcançado seu maior número de plantas (TABELA 1).

Houve uma tendência geral inclusive do testemunha T1 de decréscimo do número de plantas a partir dos 30 dias (TABELA 1). A competição intraespecífica entre as plantas motivada pela alta população de plantas na área da caixa pode ter interferido na sobrevivência das mesmas. Para o tratamento T3 isso não ocorreu já que aos 30 dias o número de plantas emergidas era extremamente baixo (6,5 plantas ou 27,95% em relação ao testemunha e 20,80% de T4, o tratamento superior nessa época com 31,25 plantas). Essa baixa germinação parece ter explicação na possível ocorrência do mencionado anteriormente, onde muitas sementes que entraram em processo de germinação durante os primeiros 10 dias podem morrido durante a inundação ou logo após a retirada da mesma. Segundo Rumpho & Kennedy (1981), o prolongamento do período anaeróbico natural por embebição pode resultar em morte das sementes.

Essa embebição das sementes durante a inundação pode ter causado aumento do número de plantas emergidas após a retirada da inundação através de algumas sementes que se favoreceram ou sobreviveram. Como também, pode ter a razão para a queda na porcentagem (%) de germinação geral (41,89% em relação ao testemunha) e portanto do número de plantas final (7,75 plantas) pela grande morte de sementes, em processo de germinação ou não, durante a inundação. Esse fato não permitiu a recuperação do tratamento T2 até o final do período experimental, sendo o único tratamento que diferiu estatisticamente a 1% dos outros.

A inundação não afetou negativamente a germinação no tratamento T2 (inundação por 10 dias imediatamente após a semeadura), inclusive foi observada germinação superior em relação aos outros tratamentos, embora não significativa a 1%, a partir de 30 dias de experimento até a etapa final (TABELA 1).

Dada a superioridade de T2, um possível efeito estimulador da inundação sobre a germinação como quebra de dormência das sementes de setária ou aceleração do processo de germinação observado foi sugerido e verificado posteriormente em uma segunda etapa.

As plantas com mais de 20 dias (T4, T5 e T6) quando inundadas por 10 dias, pareceram não ter sido afetadas pela inundação. O número de plantas em T6 continuou superior até o final do experimento e em T4 e T5, o número de plantas não diferiu significativamente a 1% do testemunha T1 (TABELA 1). No entanto, a tendência negativa na distribuição de plantas a partir dos 30 dias poderia ser atribuída à competição interespecífica estabelecida. Pela TABELA 1 o número de plantas em T3 para essa época é menor (6,50) que o número para T4 (25) aonde existe uma maior competição entre as plantas mais velhas.

Ao final do período experimental, apenas o tratamento T3 diferiu significativamente à 1% de todos os outros tratamentos quanto ao número de plantas. Não existiu diferença significativa à 1% quanto ao número de plantas entre todos os outros tratamentos, apesar de ter sido observada uma tendência de superioridade do T2 e T6 ou seja 131,08% e 114,86% no número de plantas em relação ao testemunha (TABELA 1).

Em relação à altura de plantas foi observada diferença significativa à 5% entre os tratamentos ao final do período experimental (dos 40 aos 60 dias), sendo que o tratamento T3 que foi o mais afetado quanto ao número de plantas atingindo 77,19% da média de altura (cm) do testemunha (T1) e 67,69% do tratamento mais alto (T6) (TABELA 2).

Pelos dados de altura média do T6 (TABELA 2) pode-se observar aumento da altura das plantas durante a submersão. A atividade das plantas não parou durante a inundação. O aumento calculado foi de 81,88% para o T6, aos 50 dias após a semeadura, enquanto que para o testemunha esse aumento foi de 28,60%, evidenciando uma tentativa de “fugir d’água”, observada pela maior alongação das hastes. As folhas se apresentaram, de certa forma, mais finas.

Pelos resultados da contagem do número de plantas, os vegetais com 20 dias têm condições de sobreviver ao “stress” de inundação por 10 dias o que sugere, confirmando a observação de Anderson (1972a) sobre cultivares de *Cenchrus ciliaries*, que as mais baixas e totalmente submersas têm menor possibilidade de sobreviver ou serem mais afetadas do que as plantas com maior parte aérea em contato com o ar ou seja, cultivares mais altas. Da mesma forma as cultivares de *Panicum* no experimento de Anderson (1972b), que permaneceram totalmente inundadas, tiveram seu crescimento inibido.

Segundo Kennefick (1962), a explicação para isso seria que as plantas conseguiriam eliminar o etanol tóxico através das folhas ou extremidades em contato com o ar, o que para plantas totalmente submersas seria impossível fazê-lo.

O peso médio de plantas (TABELA 3) não diferiu ( $P>0,01$ ) entre tratamentos, apesar de uma tendência de superioridade do testemunha (T1). Mas a 5% de significância, T3 e T5 foram diferentes de T1, apesar de serem semelhantes a T2, T4 e T6.

Quanto ao número médio de folhas completas por plantas, a distribuição entre os tratamentos foi a seguinte  $T1>T4>T2>T3>T6>T5$  (TABELA 3). Apesar de não ter existido diferenças ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos, existiu uma tendência de superioridade observada para o testemunha (T1).

As folhas que permaneceram submersas perderam a tonalidade verde, se tornaram cloróticas, amoleceram (murcharam) e morreram. No entanto, talvez esse período de 10 dias de inundação não tenha sido muito severo a ponto de trazer alterações mais profundas.

Durante o período de inundação foi observada a presença de pequenas saliências na parte inferior da haste das plantas de setária, saliências essas relatadas na literatura como raízes adventícias. Kramer (1983) considerou a existência dessas raízes como mecanismo de adaptação, embora não sendo necessária a sua presença, que por sua vez é condicionada à espécie.

Na 2ª etapa a setária foi semeada em 24/11/87 e submetida imediatamente a inundações de 15, 20, 25, 30 e 35 dias quando então foram obtidos dados de número

de plantas e altura média das plantas. Ao final do período experimental de 50 dias foram obtidos dados de peso médio de plantas e número médio de folhas completas por planta.

O número de plantas dos tratamentos inundados foi sempre inferior ao testemunha T1 sendo que apenas em T4 (inundação por 25 dias) o número de plantas chegou a atingir 45,08% do testemunha T1 e para T3 a redução foi de 75,73% (TABELA 4).

Pelos tratamentos onde a inundação foi menos severa (T2, T3), pode se afirmar que até os 25-30 dias de crescimento ocorre germinação de um maior número de sementes, no entanto, para T4, T5 e T6 nada se pode inferir devido ao término do experimento (TABELA 4).

Os resultados obtidos na 1ª etapa (TABELA 1), indicaram uma tendência de superioridade do tratamento T2 sobre o testemunha T1 quanto ao número de plantas emergidas, baseada num possível benefício da inundação sobre a germinação das sementes. No entanto, pelo observado na 2ª etapa do experimento, a inundação por 15 dias ou mais (até 35 dias) afetou ( $P>0,05$ ) as sementes, diminuindo seu potencial de germinação no solo. Essa observação vem a esclarecer o observado na 1ª etapa, onde a inundação imediata por apenas 10 dias foi benéfica, ao contrário da 2ª etapa onde a inundação imediata por 15 dias foi prejudicial, confirmando os resultados de Anderson (1972a, 1974) com cultivares de *Cenchrus* e

TABELA 4 - Número médio de plantas e porcentagem de plantas em relação ao testemunha (T1) de Setaria estabelecidas na 2ª etapa.

	Dias após a semeadura								
	15	20	25	30	35	40	45	50	
T1	47,50 A	49,25 A	50,00 A	46,50 A	41,75 A	43,00 A	43,00 A	43,00 A	A
	a	a	a	a	a	a	a	a	
% (T1)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
T2		6,00 B	11,25 B	13,25 B	14,00 B	14,75 B	13,75 B	13,75 B	B
		a	ab	b	b	ab	b	b	
% (T1)		12,18	22,50	28,49	33,53	34,30	31,97	31,79	
T3			0,00 C	5,50 C	10,25 B	10,75 B	9,75 C	10,50 C	C
			a	b	b	b	b	b	
% (T1)				11,82	24,55	23,85	22,67	24,27	
T4				1,50 C	11,25 B	16,75 B	19,25 B	19,50 B	B
				a	b	b	b	b	
% (T1)				3,22	26,94	38,95	44,76	45,08	
T5					2,50 C	7,50 C	10,00 C	12,50 BC	C
					a	b	b	b	
% (T1)					5,98	17,44	23,25	28,90	
T6						0,00 D	8,25 C	13,75 BC	C
						a	b	b	
% (T1)							19,18	31,79	

\*Letras minúsculas distintas na mesma linha ou maiúsculas na mesma coluna, mostram médias diferentes pelo teste de Tukey a 5%.

\*\*Letras minúsculas na diagonal comparam médias pelo teste de Tukey a 5%.

outras gramíneas tropicais de que não ocorreu germinação de sementes de gramíneas forrageiras sob água.

Para Ponnamperuma (1984), a camada superficial se torna um habitat de flora e fauna heterotrófica quando a inundação se estende por períodos longos. Durante o período experimental observou-se a presença de algas sobre a superfície d'água, material esse que ao final de cada tratamento, se depositava sobre a superfície do solo, podendo ter impedido a germinação de muitas sementes.

Conforme Grable & Danielson (1965), a perda de viabilidade é devido ao colapso pelo excesso de umidade e invasão de organismos patogênicos. Para Anderson (1972b) o enterrio das sementes pelo lodo e sua remoção pelo movimento da água são fatores que precisam ser considerados na tentativa de explicação da não germinação de todas sementes potencialmente viáveis. A formação de crostas duras no solo observadas após a drenagem da água de inundação também pode ter contribuído para o baixo número de sementes de setária germinadas em relação ao semeado.

O prolongamento do período anaeróbico natural do processo de germinação através de inundação das sementes pode resultar em morte (Rumpho & Kennedy, 1981).

Para todos os tratamentos inundados (T2, T3, T4, T5 e T6) não existiu diferença significativa à 5% quanto ao número de plantas na etapa de 10 dias após a retirada

da inundação quando as plantas se encontravam com mesma idade fisiológica, ou seja, 10 dias após a drenagem da água de inundação (TABELA 4, letras minúsculas na diagonal).

A inundação afetou a germinação das sementes de setária, no entanto não existiu uma relação inversa entre aumento do período de inundação e diminuição da porcentagem de germinação. Anderson (1972a) trabalhando com gramíneas inundadas afirmou que, quanto mais longo o período de inundação maiores seriam os danos às plantas. Segundo Mackenzie (1951), parece existir uma correlação positiva entre resistência à inundação das sementes de gramíneas temperadas e sua germinação.

Nesta etapa experimental em que as sementes de setária sofreram inundação, aos 15 dias após a retirada d'água de inundação para todos os tratamentos (tempo cronológico diferente) não existiu diferença ( $p > 0,05$ ) de altura entre plantas em relação ao testemunha (TABELA 5, letras minúsculas na diagonal). No entanto, aos 25-30 dias após a retirada da inundação as plantas do tratamento T3 e tratamento T4 apresentaram crescimentos menores ( $P < 0,05$ ) em relação ao testemunha. Aos 25 dias, as plantas cujas sementes foram inundadas por 20 dias (T3) ainda apresentavam altura menor que o testemunha. Comparações dos tratamentos mais severos (T5 e T6) não puderam ser realizadas ao término do experimento.

TABELA 5 - Altura média (cm) de plantas e porcentagem da altura em relação ao testemunha (T1) de Setaria estabelecidas na 2ª etapa.

	Dias após a sementeira								
	15	20	25	30	35	40	45	50	
T1	6,26	13,25	16,25 A	24,38 B	24,75 A	26,97 A	36,24 A	35,70 A	A
	a	b	b	c	c	c	c	c	
% (T1)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
T2			3,90	4,32 B	7,10 B	14,32 B	21,88 B	25,40 B	B
			a	a	a	b	c	c	
% (T1)			24,00	17,71	28,68	53,09	60,37	71,14	
T3					3,26 B	7,59 C	9,88 C	12,66 C	C
					a	b	bc	c	
% (T1)					13,17	28,14	27,26	35,46	
T4						5,92 C	7,63 CD	8,97 CD	C
						a	a	a	
% (T1)						21,95	21,05	25,12	
T5							4,39 D	6,74 DE	CD
							a	a	
% (T1)							11,94	18,87	
T6								3,37 E	D
% (T1)								9,45	

\*Letras minúsculas distintas na mesma linha ou maiúsculas na mesma coluna, mostram médias diferentes pelo teste de Tukey a 5%.

\*\*Letras minúsculas, na diagonal comparam médias pelo teste de Tukey a 5%.

Um atraso respiratório no período pós embebição pode, segundo Vanderzee & Kennedy (1981), ser causado pela inundação do solo, impedindo temporariamente a entrada de oxigênio e portanto, sendo possivelmente o responsável pelo desenvolvimento mais lento das plantas de setária nessa etapa.

Devido ao encerramento do experimento os parâmetros peso médio e número médio de folhas completas por planta não puderam ser comparados estatisticamente entre todos os tratamentos por suas avaliações diferirem no tempo fisiológico (TABELA 6). No entanto, as plantas cujas sementes foram inundadas por 15 dias tiveram seus valores de peso de plantas e número de folhas mais elevados do que o testemunha, apesar de não diferirem significativamente ( $P>0,01$ ), sugerindo uma possível recuperação com o distanciamento do período de inundação.

Na 1ª etapa foram observados os sintomas de morte de sementes, morte de folhas, morte de plantas, amarelecimento de folhas, murchamento de folhas, alteração da morfologia foliar e presença de raízes adventícias. Enquanto, na 2ª etapa foi observado apenas a morte de sementes, folhas e plantas.

TABELA 6 - Peso médio de plantas e número de folhas completas de plantas de *Setaria anceps* cv. Kazungula estabelecidas na 2ª etapa.

	Peso (g de MS)	Nº folhas
T1	1,03 AB	12,32 AB
% (T1)	100,00	100,00
T2	1,14 A	24,44 A
% (T1)	110,67	198,38
T3	0,51 ABC	14,35 AB
% (T1)	49,51	116,48
T4	0,19 BC	9,06 BC
% (T1)	18,45	73,54
T5	0,14 C	5,90 BC
% (T1)	13,59	47,89
T6	0,04 C	2,74 C
% (T1)	3,88	22,24

\*Letras distintas na mesma coluna mostram médias diferentes pelo teste de Tukey a 1%.

## CONCLUSÕES

- As sementes de *Setaria sphacelata* (Schumach.) Moss var. sericea (Stapf) Clayton cv. Kazungula não germinam sob água.
- A inundação pode afetar o potencial de germinação da semente dessa espécie em até 75,73%.
- A inundação afeta a velocidade de germinação e de desenvolvimento das plantas.
- Existem diferenças quanto a germinação em

laboratório e a emergência nos vasos e muito provavelmente no campo em condições não simuladas.

- A inundação afetou as plantas causando clorose de folhas, murchamento, morte de folhas e plantas e aparecimento de raízes adventícias.
- Não foram testadas as lâminas d'água durante a inundação, mas pelo observado, as plantas maiores, apresentando alguma porção da parte aérea exposta ao ar, são mais resistentes que as totalmente submersas.
- Plantas de *Setaria sphacelata* (Schumach.) Moss var. sericea (Stapf) Clayton cv. Kazungula com 20 dias têm condições de sobreviver ao "stress" de inundação por pelo menos 10 dias. Plantas mais jovens (10 dias) podem suportar o "stress" com prejuízos bem mais expressivos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, E.R. Emergence of buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) from seed after flooding. **Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences**, v.29, p.167-172, 1972a.
- ANDERSON, E.R. Flooding tolerance of *Panicum coloratum*. **Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences**, v.29, p.173-179, 1972b.
- ANDERSON, E.R. Emergence of six tropical grasses from seed after flooding. **Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences**, v.31, p.119-123, 1974.
- CHIRKOVA, T.V. Pathways of adaptation of plants to hypoxia and anoxia. **Fiziologiya Rasstenni**, v.35, p.393-411, 1988.
- GRABLE, A.R.; DANIELSON, R.E. Effect of carbon dioxide oxygen and soil moisture section on germination of corn and soybeans. **Soil Science Society of America Proceedings**, v.29, p.12-31, 1965.
- HOOKE, D.D. Adaptations to flooding with fresh water. In: KOZLOWSKI, T.T. (Ed.) **Flooding and plant growth**. New York: Academic Press, 1984. p.265-288.
- KENNEFICK, P.G. Formation and elimination of ethanol in sugar beet roots. **Plant Physiology**, v.37, p.434-439, 1962.
- KRAMER, P.J. **Water relation of plants**. New York: Academic Press, 1983. cap.6, p.166-179.
- KRAMER, P.J.; KOZLOWSKI, T.T. **Physiology of woody plants**. New York: Academic Press, 1979. 489p.
- LEVITT, J. **Responses of plants to environmental stresses: water, radiation, salt and other stresses**. New York: Academic Press, 1980. v.2, 607p.
- MACKENZIE, R.E. The ability of forage plants to survival early spring flooding. **Scientific Agriculture**, v.31, p.358-375, 1951.
- PONNAMPERUMA, F.N. Effects of flooding on soils. In: KOZLOWSKI, T.T. (Ed.) **Flooding and plants growth**. New York: Academic Press, 1984. cap.2, p.10-42.
- RODRIGUES, T.de.J.D.; RODRIGUES, L.R.de.A.; REIS, R.A. Adaptação de plantas forrageiras às condições adversas. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMA DE PASTAGENS, 2., Jaboticabal, 1993. **Anais**. Jaboticabal: FUNEP, 1993. p.17-61.
- RUMPHO, M.E.; KENNEDY, R.A. Anaerobic metabolism in germination seeds of *Echinochloa crus-galli* (Barnyard grass). **Plant Physiology**, v.68, p.165-168, 1981.
- VANDERZEE, D.; KENNEDY, R.A. Germination and seedling growth in *Echinochloa crus-galli* var orygcicola unde anoxia conditions. Structural aspects. **American Journal of Botany**, v.68, p.1269-1277, 1981.

Recebido em 17.08.99