

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CÂMPUS RIO VERDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**GERMINAÇÃO DE SEMENTES, CRESCIMENTO E
CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DA PLANTA
DANINHA *Sorghum arundinaceum***

Autora: Deborah Amorim Martins
Orientador: Prof. Dr. Adriano Jakelaitis

RIO VERDE - GO
AGOSTO – 2013

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CÂMPUS RIO VERDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**GERMINAÇÃO DE SEMENTES, CRESCIMENTO E
CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DA PLANTA
DANINHA *Sorghum arundinaceum***

Autor: Deborah Amorim Martins
Orientador: Prof. Dr. Adriano Jakelaitis

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde – Área de concentração Ciências Agrárias.

Rio Verde - GO
Agosto – 2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)
Elaborada por Igor Yure Ramos Matos – Bibliotecário CRB1 - 2819

M341i Martins, Deborah Amorim.

Germinação de sementes, crescimento e características fisiológicas da planta daninha *Sorghum arundinaceum* / Deborah Amorim Martins. – 2013.

59 f.: il., fig. tabs.

Orientador: Prof. Dr. Adriano Jakelaitis.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus de Rio Verde, 2013.

Biografia.

Inclui índice de tabelas, figuras e lista de símbolos, siglas, abreviações e unidades.

1. *Sorghum Arundinaceum*. 2. Semente. 3. Semente-germinação. 4. Planta Daninha. I. Autor. II. Título.

CDU: 632.5

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AGRÁRIAS-GRONOMIA**

**GERMINAÇÃO DE SEMENTES, CRESCIMENTO E
CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DA PLANTA
DANINHA *Sorghum arundinaceum***

Autora: Deborah Amorim Martins
Orientador: Dr. Adriano Jakelaitis

TITULAÇÃO: Mestre em Ciências Agrárias-Agronomia - Área de
Concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado

APROVADA em 19 de agosto de 2013.

Dr. Jardel Lopes Pereira
Avaliador externo
PIONEER/GO

Prof. Dr. Alan Carlos Costa
Avaliador interno
IF Goiano/RV

Prof. Dr. Adriano Jakelaitis
Presidente da banca
IF Goiano/RV

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre me abençoar, dar força, coragem e fé para seguir em frente.

À minha mãe Zoraide Amorim Martins, minha avó Beltir Amorim Martins, minha madrinha Zelma Amorim Martins Diniz, meus tios Zilber Amorim Martins e Zander Amorim Martins, pelo amor incondicional, por todo apoio, incentivo, por sempre estarem presentes, mesmo que ausentes e por terem dado a oportunidade de estudar o curso que sempre desejei e não medirem esforços para minha formação acadêmica.

A todos meus amigos que me apoiaram, foram pacientes e por nunca me deixarem desistir. Por compreenderem a falta de tempo, as não férias e a distância. Sempre com palavras de conforto e incentivo.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Câmpus Rio Verde, e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias pela oportunidade de cursar o mestrado e pela infraestrutura disponibilizada.

Em especial, ao meu Orientador, Prof. Dr. Adriano Jakelaitis, pela confiança depositada em meu trabalho, pelas valiosíssimas orientações prestadas, pela atenção em cada etapa deste trabalho, e principalmente pela grandiosa contribuição para meu crescimento profissional e pessoal. Um professor ímpar. Obrigada por me conduzir a esta conquista!

Aos meus coorientadores: Prof.^a Dr.^a Juliana de Fátima Sales, por abrir as portas do Laboratório de Sementes e ao Prof. Dr. Alan Carlos Costa, por abrir as portas do Laboratório de Ecofisiologia e Produtividade Vegetal, para que eu conduzisse uma parte do meu experimento em cada laboratório, utilizando da estrutura e também pelo uso de equipamentos e todo material necessário, assim como a ajuda dos estudantes lá envolvidos.

À Prof.^a Dr.^a Clarice Aparecida Megguer e Prof.^a Dr.^a Júlien da Silva Lima, por todos os ensinamentos e por sempre estarem dispostas a tirar qualquer dúvida. Por não medirem esforços para ajudar.

Aos colegas do Mestrado em Ciências Agrárias pelos bons momentos juntos, em especial a Lilian Abadia da Silva, que sempre esteve ao meu lado compartilhando alegrias, angústias, estudos e pela convivência muito rica e harmoniosa.

A todos os amigos do Laboratório de Plantas Daninhas, Laboratório de Sementes e do Laboratório de Ecofisiologia e Produtividade Vegetal, que sempre me acompanharam e pela valiosa ajuda em todas as etapas dos experimentos, mesmo em dias ou horários tão inusitados. A Isabella Sichiowski Cardoso e Vinícius Tavares de Araújo, por todo apoio e presença na condução prática do trabalho. A vocês, um agradecimento mais do que especial.

À banca de avaliação da defesa de Dissertação: Prof. Dr. Adriano Jakelaitis (Orientador e Presidente da banca examinadora), Dr. Jardel Lopes Pereira (membro externo - Pioneer Sementes- Itumbiara), Prof.^a Dr.^a Juliana de Fátima Sales (Coorientadora – IFGoiano – Câmpus Rio Verde) e Prof. Dr. Alan Carlos Costa (Coorientador – IFGoiano – Câmpus Rio Verde).

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), pela concessão da bolsa. À CAPES, CNPq e FINEP – CT- INFRA PROINFRA, pelo financiamento da infraestrutura de pesquisa utilizada na realização do experimento.

A todas as pessoas e instituições que, direta ou indiretamente, também me auxiliaram, apoiaram e contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

DEBORAH AMORIM MARTINS, filha de Zoraide Amorim Martins, nasceu em Mineiros, Goiás, no dia 18 de março de 1986.

No ano de 2004, concluiu o nível médio, no Educandário Nascentes do Araguaia, em Mineiros, Goiás.

Em 2005, ingressou no curso de Bacharel em Agronomia pela Faculdades Integradas de Mineiros (FIMES), onde concluiu em Dezembro de 2009.

Como estágio curricular, estagiou na EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, trabalhando com os pesquisadores Dr. João Kluthcouski e Dr. Tarcísio Cobucci.

Em 2010 fez um estágio extracurricular na Holanda, com duração de seis meses, atuando em diversas áreas desde o plantio, manejo e colheita de culturas como batata, cebola, trigo, cenoura e couve de Bruxelas.

Em agosto de 2011, iniciou o mestrado em Ciências Agrárias pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Câmpus Rio Verde, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, realizando a pesquisa para a Dissertação na área de plantas daninhas. Concluiu o mestrado acadêmico em 09 de agosto de 2013, com a defesa da Dissertação intitulada: Germinação de sementes, análise de crescimento e características fisiológicas da planta daninha *Sorghum arundinaceum*.

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE TABELAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES	x
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS	4
2. OBJETIVOS.....	6
3. CAPÍTULO I. Biometria, embebição e tratamentos pré-germinativos em sementes de falso-massambará (<i>Sorghum arundinaceum</i>).....	7
Resumo.....	7
Abstract	8
3.1 Introdução	9
3.2 Material e métodos	10
3.3 Resultados e discussão	13
3.4 Conclusões.....	18
3.5 Referências	19
4. CAPÍTULO II. Crescimento e características fisiológicas de falso-massambará (<i>Sorghum arundinaceum</i>).....	21
Resumo.....	21
Abstract	22
4.1 Introdução	23
4.2 Material e métodos	24

4.3 Resultados e discussão	27
4.4 Conclusões.....	36
4.5 Referências	36
5. CONCLUSÃO GERAL.....	41

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO 1. Biometria, embebição e tratamentos pré-germinativos em sementes de Falso-Massambará (<i>Sorghum arundinaceum</i>)	7
Tabela 1. Comprimento e largura de sementes de <i>Sorghum arundinaceum</i>	13

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
CAPÍTULO 1. Biometria, embebição e tratamentos pré-germinativos em sementes de falso-massambará (<i>Sorghum arundinaceum</i>)	7
Figura 1. Distribuição das frequências de comprimento (A) e largura (B) de sementes de <i>Sorghum arundinaceum</i>	13
Figura 2. Curva de embebição de sementes de <i>Sorghum arundinaceum</i> , onde as sementes novas foram armazenadas por 2 meses e as sementes antigas foram armazenadas por 20 meses, em decorrência dos tempos de embebição	14
Figura 3. Porcentagem de germinação de sementes de <i>Sorghum arundinaceum</i> submetidas a dez tratamentos pré-germinativos: T1: Germinação sob fotoperíodo de 8 horas de luz branca fluorescente com temperatura alternada de 19-30°C (controle); T2: Germinação na ausência de luz à temperatura constante de 30°C; T3: Pré-aquecimento (35°C) por 24 horas; T4: Pré-resfriamento (10°C) por 24 horas; T5: Imersão em água fervente por 10 minutos; T6: Imersão em água destilada por 24 horas; T7: Imersão em GA ₃ a 1.000 mg L ⁻¹ , por 24 horas; T8: Imersão em GA ₃ a 750 mg L ⁻¹ , por 24 horas; T9: Imersão em GA ₃ a 500 mg L ⁻¹ , por 24 horas e T10: Imersão em GA ₃ a 250 mg L ⁻¹ , por 24 horas.....	15
Figura 4. Índice de velocidade de germinação de sementes de <i>Sorghum arundinaceum</i> submetidas a dez tratamentos pré-germinativos: T1: Germinação sob fotoperíodo de 8 horas de luz branca fluorescente com temperatura alternada de 19-30°C (controle); T2: Germinação na ausência de luz à temperatura constante de 30°C; T3: Pré-aquecimento (35°C) por 24 horas; T4: Pré-resfriamento (10°C) por 24 horas; T5: Imersão em água fervente por 10 minutos; T6: Imersão em água destilada por 24 horas; T7: Imersão em GA ₃ a 1.000 mg L ⁻¹ , por 24 horas; T8: Imersão em GA ₃ a 750 mg L ⁻¹ , por 24 horas;	

T9: Imersão em GA ₃ a 500 mg L ⁻¹ , por 24 horas e T10: Imersão em GA ₃ a 250 mg L ⁻¹ , por 24 horas.....	17
Figura 5. Porcentagem de plântulas normais oriundas de sementes de <i>Sorghum arundinaceum</i> submetidas dez tratamentos pré-germinativos: T1: Germinação sob fotoperíodo de 8 horas de luz branca fluorescente com temperatura alternada de 19-30°C (controle); T2: Germinação na ausência de luz à temperatura constante de 30°C; T3: Pré-aquecimento (35°C) por 24 horas; T4: Pré-resfriamento (10°C) por 24 horas; T5: Imersão em água fervente por 10 minutos; T6: Imersão em água destilada por 24 horas; T7: Imersão em GA ₃ a 1.000 mg L ⁻¹ , por 24 horas; T8: Imersão em GA ₃ a 750 mg L ⁻¹ , por 24 horas; T9: Imersão em GA ₃ a 500 mg L ⁻¹ , por 24 horas e T10: Imersão em GA ₃ a 250 mg L ⁻¹ , por 24 horas.....	18
CAPÍTULO 2. Crescimento e características fisiológicas de falso-massambará (<i>Sorghum arundinaceum</i>)	21
Figura 1. A-Altura (cm); B-Volume de raiz (cm ³); C-Número de folhas de <i>Sorghum arundinaceum</i> ao longo do seu ciclo de desenvolvimento.	28
Figura 2. Acúmulo de massa seca de <i>Sorghum arundinaceum</i> ao longo de seu ciclo de desenvolvimento: A- Massa Seca da Raiz (MSR); B- Massa Seca da Folha (MSF); C- Massa Seca do Colmo (MSC); e D – Massa Seca Total (MST).....	29
Figura 3. Distribuição percentual de massa seca nas diferentes partes de <i>Sorghum arundinaceum</i> ao longo de seu ciclo de crescimento.....	30
Figura 4. A- Área Foliar (AF); B- Taxa de Crescimento Relativo (TCR); C- Área Foliar Específica (AFE); e D- Razão de Peso Foliar (RPF) de <i>Sorghum arundinaceum</i> ao longo de seu ciclo de desenvolvimento.....	32
Figura 5. A- Taxa fotossintética (A); B- Taxa transpiratória (E); C- Condutância Estomática (gs); e D- relação Ci/Ca em plantas de <i>Sorghum arundinaceum</i>	34
Figura 6. A- Rendimento quântico máximo do FS II (Fv/Fm); B- rendimento quântico efetivo do FS II (ΔF/Fm'); C- taxa de transporte de elétrons (ETR); e D- coeficiente de dissipação não fotoquímico (NPQ).....	35

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

AF.....	Área Foliar (cm ²)
AFE.....	Área Foliar Específica (cm ² g ⁻¹)
$\Delta F/F_m'$	Rendimento quântico efetivo
A	Taxa fotossintética ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
b.u.....	base úmida
Ci/Ca.....	Relação entre a concentração interna e externa de CO ₂
DAE.....	Dias após a emergência
DAT	Dias após o transplântio
E	Taxa transpiratória ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
ETR	Taxa relativa de transporte de elétrons
Fo	Fluorescência mínima
FS II	Fotossistema II
Fm.....	Fluorescência máxima
F _v	Fluorescência variável
F _v /F _m	Rendimento quântico máximo do fotossistema II
g	grama
GA ₃	Ácido giberélico
g _s	Condutância estomática ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
IVG.....	Índice de velocidade de germinação
MSC.....	Massa Seca do Colmo (g planta ⁻¹)
MSF.....	Massa Seca da Folha (g planta ⁻¹)
MSP.....	Massa Seca da Panícula (g planta ⁻¹)
MSR.....	Massa Seca da Raiz (g planta ⁻¹)
MSS.....	Massa Seca da Semente (g planta ⁻¹)
MST.....	Massa Seca Total (g planta ⁻¹)
NPQ.....	Coefficiente de dissipação não fotoquímico

RPF.....Razão de Peso Foliar (g g^{-1})

TCR.....Taxa de Crescimento Relativo ($\text{g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$)

VR.....Volume de Raiz (cm^3)

RESUMO

MARTINS, DEBORAH AMORIM. Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde – GO, agosto de 2013. **Germinação de sementes, crescimento e características fisiológicas da planta daninha *Sorghum arundinaceum***. Orientador: Prof. Dr. Adriano Jakelaitis, Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Juliana de Fátima Sales e Coorientador: Prof. Dr. Alan Carlos Costa.

O *Sorghum arundinaceum* é uma planta daninha que vem sendo disseminada por todo o território brasileiro. Apesar da sua importância, há poucos relatos sobre seu crescimento, características fotossintéticas e sobre as sementes, que são sua fonte de dispersão. Com o intuito de reduzir a escassez de informações científicas sobre o *S. arundinaceum* foi realizado no IFGoiano-Câmpus Rio Verde, pesquisas sobre a germinação, biometria, curva de embebição das sementes, crescimento da planta, bem como características de trocas gasosas e fluorescência da clorofila *a* em diferentes fases do seu ciclo. Todos os trabalhos foram conduzidos entre os anos 2012 e 2013. Para quebra de dormência, os resultados mais satisfatórios para a germinação foram os pré-germinativos com 1.000, 750 e 500 mg L⁻¹ de ácido giberélico (GA₃) e pré-aquecimento (35°C) por 24 horas. No índice de velocidade de germinação, os tratamentos com maior percentual foram de 1.000 e 750 mg L⁻¹ de GA₃. Com relação à biometria das sementes o comprimento foi entre 5,53 a 5,98 mm e a largura entre 2,17 a 2,38 mm. Na curva de embebição, observou o padrão trifásico. Para o crescimento, *S. arundinaceum* é uma planta daninha de porte elevado, chegando a 1,91m, e com elevada taxa de acúmulo de massa seca dos 50 até os 113 dias após o transplântio (DAT), mostrando-se produtiva quanto ao acúmulo final de massa seca e alocação desta nas raízes. Concernente às variáveis fisiológicas, não se observaram variações expressivas da taxa fotossintética, relação entre a concentração interna e externa de CO₂ e rendimento quântico máximo do fotossistema II entre as fases fenológicas de crescimento vegetativo, florescimento e maturação. Na maturação da planta, maiores valores foram para taxa transpiratória,

condutância estomática e coeficiente de dissipação não fotoquímico de energia, e maiores índices de rendimento quântico efetivo do FS II e da taxa aparente de transporte de elétrons no florescimento de *S. arundinaceum*.

Palavras-chaves: dormência de sementes, fluorescência, taxas de crescimento, fenologia.

ABSTRACT

Sorghum arundinaceum is a weed that is being spread throughout the Brazilian territory and does not have reports about its growth, photosynthetic characteristics and seeds, which are its source of dispersion. There are few studies on this weed. Aiming to meet the shortage of scientific information about *S. arundinaceum* it was carried out in the IFGoiano-Campus Rio Verde, research about germination, biometrics seeds imbibition curve growth of *S. arundinaceum*, as well as the characteristics of gas exchange and chlorophyll fluorescence at different stages of their cycle. All studies were carried out between 2012 and 2013. To break dormancy, the most satisfactory results for germination consisted of pre-germination treatments with 1000, 750 and 500 mg L⁻¹ gibberellic acid (GA₃) and pre-heating (35°C) for 24 hours. For the index of germination speed, treatments with the greatest percentage were 1,000 and 750 mg L⁻¹ GA₃. With respect to seed biometrics the length was from 5.53 to 5.98 mm and width from 2.17 to 2.38 mm. In the soaking curve was observed a triphasic standard. For the characteristics of the growth, *S. arundinaceum* is a weed-sized high (1.91 m), and high rate of dry matter accumulation of the 50 to 113 with after transplanting (DAT), showing to be more productive about the final dry mass accumulation and allocation in the roots. Concerning the physiological variables, there were no significant variations in photosynthetic rate, internal and external concentration of CO₂ and maximum quantum yield of photosystem II between the phenological stages of vegetative growth, flowering and maturity. At plant maturity, higher values were for transpiration rate, stomatal conductance and non-photochemical quenching coefficient of dissipation of energy, while there were higher rates of effective quantum yield of PS II and the apparent electron transport in the flowering of *S. arundinaceum*.

Key words: seed dormancy, fluorescence, growth rates, phenology.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Para que cultivos agrícolas sejam rentáveis e competitivos, cada componente do sistema produtivo requer atenção, desde o preparo do solo até o manejo após a colheita. Assim, o manejo de plantas daninhas se torna importante em função da capacidade de competição destas com as plantas cultivadas, da interação com o agroecossistema estabelecido na área cultivada e com a sustentabilidade ambiental e econômica (HOFFMANN, 2004).

Quando há ocorrência de plantas daninhas em uma determinada área agrícola, pode haver a redução da produtividade das culturas, resultando em prejuízos, chegando à perda total da lavoura (FONTES et al. 2003). Portanto é necessária a identificação das espécies invasoras, visto que cada espécie apresenta um potencial diferente de se estabelecer e também de agressividade com as culturas (CRUZ et al. 2009).

Segundo Vasconcelos et al (2012), há muitos conceitos sobre planta daninha, como o conceito de que é uma planta que está em local não desejado, que possuem maior agressividade por possuírem elevada produção de sementes e propágulos viáveis. Assim, permitem que as plantas daninhas germinem em qualquer tipo de ambiente, podendo permanecer no solo, dormentes, por vários anos, até que se obtenha condições favoráveis para sua germinação.

A dormência garante as sementes a sobrevivência e perpetuação da espécie, mas pode representar um problema para a agricultura, podendo acarretar desuniformidade, atraso e falhas na emergência das plântulas no campo e em condições de laboratório (MARCOS FILHO et al. 1987). Segundo Vivian et al. (2008), para as plantas daninhas, a dormência faz com que as sementes fiquem viáveis por tempo indeterminado, variando de meses até anos no solo, até que a germinação seja desencadeada com alguma condição ambiental que irá atuar nos mecanismos fisiológicos.

Para que haja superação da dormência, a semente embebe água e então, emite a raiz primária. Ressaltando assim, a diferença entre dormência e quiescência, que são eventos distintos (VIVIAN et al. 2008). Sendo a quiescência relacionada a fatores do ambiente, a semente não germina quando submetidas a condições edafoclimáticas inadequadas como temperatura e umidade, enquanto a dormência é causada por fatores relacionados à semente, como fatores associados ao embrião, impermeabilidade do tegumento e a produção de substâncias inibidoras da germinação (SILVA & SILVA, 2007).

Para indicar o melhor tipo de manejo do solo e melhor método de controle que deverão ser empregados em áreas de produção, é necessário o conhecimento das plantas daninhas que estão ocorrendo na área, a composição do banco de sementes e as suas formas de interação. Devendo-se incentivar pesquisas com plantas daninhas que visam avaliar os métodos de superação de dormência. Para que haja o desenvolvimento de técnicas simples e econômicas que facilitem o manejo destas espécies em áreas de cultivo (VIVIAN et al. 2008).

A planta daninha *Sorghum arundinaceum* é comumente encontrada infestando culturas anuais e perenes, margens de rodovias e áreas urbanas em todo Brasil. Trata-se da espécie C₄, da família Poaceae, de porte alto entre 1,5 e 2,5m, anual ou perene, originária do continente africano (LORENZI, 2008); mas, com poucas informações sobre parâmetros de crescimento, evolução da área foliar e da massa seca produzida, bem como respostas fisiológicas e morfológicas.

O conhecimento dos aspectos da biologia de espécies de plantas daninhas é fundamental, destacando-se os padrões de crescimento e as respostas às alterações do ambiente. Segundo Durães et al., (2002) a síntese, translocação, partição e acúmulo de produtos fotoassimilados na planta são controlados geneticamente e influenciados por fatores ambientais, como: CO₂, luz, temperatura, aparato foliar, nutrientes, status hídrico, pragas e doenças, etc. Assim, o estudo da ciência deste tipo de planta, envolve várias áreas fundamentais, como fisiologia, genética e ecologia, que subsidiam à compreensão dos padrões ecológicos e evolucionários que regem as comunidades vegetais.

O crescimento vegetal consiste na produção e na distribuição de massa entre os diferentes órgãos da planta (MARCELIS, 1993). A análise de crescimento é um método simples, acessível, preciso e utilizado com a finalidade de avaliar o crescimento vegetal. Proporciona inferir a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre o

comportamento das plantas e consiste no primeiro passo para a interpretação e a análise de produção primária, sendo importante ferramenta no estudo da adaptação da planta em diferentes condições de manejo, além de possibilitar a avaliação da capacidade competitiva entre plantas (RADFORD, 1967; BENINCASA, 1988).

Os estudos de crescimento e desenvolvimento das plantas, permitem a obtenção de importantes informações sobre as fases fenológicas e padrões de crescimento e de sua ação sobre o ambiente (LUCHESE, 1984). Segundo Radosevick et al. (1997) a quantidade de matéria seca produzida por uma planta individual pode ser proporcional à quantidade de recursos mobilizados durante todo o ciclo e a taxa de crescimento relativo pode ser utilizada como indicador do potencial competitivo de uma espécie. Grime (1982) verificou após comparar grande número de plantas daninhas, que a magnitude da taxa de crescimento relativo (TCR) pode refletir o tipo de ambiente de origem das mesmas.

Uma das limitações para a implantação de programas de manejo integrado de plantas daninhas é a carência de conhecimentos básicos sobre a biologia e ecologia dessas plantas (FERNÁNDEZ, 1982). Na maioria dos estudos com plantas daninhas avalia-se os efeitos da competição entre estas e as plantas cultivadas, sem estudar as causas relacionadas às aptidões fisiológicas específicas de cada planta. De acordo com Silva & Silva (2007) a mensuração das taxas fotossintéticas está diretamente relacionada à radiação fotossintética ativa, as trocas gasosas e a eficiência no uso da água, tornando imperativo em estudos com plantas daninhas.

Também, a técnica da fluorescência da clorofila *a*, é uma ferramenta importante que indica a eficiência fotoquímica na planta, pode fornecer informações sobre o estado do FS II, o funcionamento e eficiência com que o FS II utiliza a energia absorvida pelas clorofilas e a extensão dos danos causados pelo excesso de irradiância em combinação a outras condições de cultivo. Diversos estudos utilizaram a fluorescência da clorofila *a* para avaliar o efeito da irradiância e ainda para caracterizar o comportamento autotrófico de plântulas (KADLECEK et al. 2003; FUENTES et al. 2005; ZANANDREA et al. 2006).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**; noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 42p., 1988.

CRUZ, D. L. S.; RODRIGUES, G. S.; DIAS, F. DE O.; ALVES, J. M. A.; ALBUQUERQUE, J. A. A. Levantamento de plantas daninhas em área rotacionada com as culturas da soja, milho e arroz irrigado no cerrado de Roraima. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 3, n. 1, p. 58-63, 2009.

DURÃES, F. O. M.; MAGALHÃES, P. C.; OLIVEIRA, A. C. de. Índice de colheita genético e as possibilidades da genética fisiológica para melhoramento do rendimento de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 1, p. 33-40, 2002.

FERNÁNDEZ, O. A. Manejo integrado de malezas. **Planta Daninha**, v. 5, n. 2, p. 69-75, 1982.

FONTES, J. R. A., SHIRATSUCHI, L. S.; NEVES, J. L.; JÚLIO, L. de; SODRÉ FILHO, J. **Manejo Integrado de Plantas Daninhas**. Embrapa cerrados, 48 p., 2003.

FUENTES, G.; TAÇAVERA, C.; DESJARDINS, Y.; SANTAMARIA, J. M. High irradiance can minimize the negative effect of exogenous sucrose on the photosynthetic capacity of in vitro frow coconut plantlets. **Biologia Plantarum**, v. 49, p. 7-15, 2005.

GRIME, J. P. **Estratégias de adaptacion de las plantas y procesos que controlans la vegetacion**. 2.ed. México: Limusa, 291 p., 1989.

HOFFMANN, A. Apresentação. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. (Ed.). Manual de manejo e controle de plantas daninhas. Bento Gonçalves: **Embrapa Uva e Vinho**, p. 5, 2004.

KADLECEK, P.; RANK, B. TUCHÁ, I. Photosynynthesis and photoprotection in *Nicotiana tabacum* L. in vitro grown plantlets. **Journal of Plant Physiology**, v. 160, p. 1017-1024, 2003.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4ª edição. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 384p., 2008.

LUCCHESI, A. A. Utilização prática da análise de crescimento vegetal. **An. Esc. Super. Agric. Luiz de Queiroz** – Univ. São Paulo, Piracicaba, v. 41, p. 181-202, 1984.

MARCELIS, L. F. M. Simulation of biomass allocation in greenhouse crops: a review. **Acta Horticulturae**, v. 328, n. 1, p. 49-68, 1993.

MARCOS FILHO, J., KOMATSU, Y. H. & BARZAGHI, L. Métodos para superar a dormência de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 9, n. 2, p. 65- 74, 1987.

RADFORD, P. J. Growth analysis formulae: their use and abuse. **Crop Science**, v. 7, n. 3, p. 171-175, 1967.

RADOSEVICH, S.R.; HOLT, J.S.; GUERSA, C. Weed ecology. Implications for vegetation management. 2 ed. New York: John Wiley Profession, 608p., 1997.

SILVA, A. A.; SILVA, F. J. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. UFV, Viçosa, Brasil, 367p., 2007.

VASCONCELOS, M. C. C.; SILVA, A. F. A.; LIMA, R. S. Interferência de Plantas daninhas sobre plantas cultivadas. **Agropecuária científica no semiárido**, v. 8, n. 1, p. 1-6, jan - mar, 2012.

VIVIAN, R.; SILVA, A. A.; GIMENES, JR.; FAGAN, E. B.; RUIZ, S. T.; LABONIA, V. dormência em sementes de plantas daninhas como mecanismo de sobrevivência-breve revisão. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 26, n. 3, p. 695-706, 2008.

ZANANDREA, I.; BACARIN, M. A.; SCHIMITZ, D. D. Chlorophyll fluorescence in *in vitro* cultivated Apple. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 12, p. 305-308. 2006.

2. OBJETIVOS

Objetivou-se avaliar a biometria, a curva de embebição e tratamentos pré-germinativos para quebra de dormência de sementes de *Sorghum arundinaceum*. E ainda, determinar a curva de crescimento e avaliar as características fisiológicas em diferentes fases fenológicas desta planta daninha.

3. CAPÍTULO I. BIOMETRIA, EMBEBIÇÃO E TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS EM SEMENTES DE FALSO-MASSAMBARÁ (*Sorghum arundinaceum*)

(Artigo conforme as normas da Revista Ciência Agronômica)

RESUMO: O *Sorghum arundinaceum* é uma planta daninha que vem sendo disseminada nas lavouras brasileiras causando prejuízos aos agricultores, e que possui poucos estudos sobre sua biologia. Suas sementes possuem dormência, como um fator de sobrevivência, possibilitando que muitas se perpetuem sem a interferência do homem. Entretanto, a dormência pode dificultar a determinação da qualidade fisiológica da semente e a emergência das plântulas no campo. Objetivou-se neste trabalho avaliar a biometria, a embebição e o efeito dos tratamentos pré-germinativos em sementes de *S. arundinaceum*. Para avaliações das características biométricas foram utilizadas 50 sementes, utilizando o paquímetro para determinação do comprimento e largura destas. Para curva de embebição, utilizou-se quatro repetições de 25 sementes, em 14 tempos. As sementes foram submetidas a dez tratamentos pré-germinativos, com alternância de temperatura, presença e ausência de luz e imersão em quatro concentrações de ácido giberélico (GA₃): 1.000; 750; 500 e 250 mg L⁻¹ GA₃, por 24 horas. Verificou-se que as sementes possuem pequena variação no tamanho, tendo em média 5,62 mm de comprimento; 2,32 mm de largura. Quanto à curva de embebição, as sementes exibem o padrão trifásico. O tratamento em pré-aquecimento (35°C), por 24 horas e os tratamentos das sementes com GA₃ a 1.000, 750 e 500 mg L⁻¹ favoreceram a germinação e o desenvolvimento de plântulas de *S. arundinaceum*. Recomenda-se como tratamento pré-germinativo a embebição das sementes em solução de 750 mg L⁻¹ GA₃, por 24 horas, para obtenção de maior número de sementes germinadas.

Palavras-chaves: dormência, germinação, ácido giberélico.

**CHAPTER I. BIOMETRY, IMBIBITION AND PRE-
GERMINATIVE TREATMENTS IN SEEDS OF FALSE
JOHNSONGRASS (*Sorghum arundinaceum*)**

ABSTRACT: The *S. arundinaceum* (false Johnson grass) is a weed that is being spread on Brazilian crops causing problems for farmers, and shows few studies on its biology. The plants have numbness in their seeds, as a guarantee of survival, which ensures that many are perpetuated without the interference of man, but the numbness may hinder the determination of seed quality and seedling emergence in the field. The aim of this study was to evaluate biometry, soaking and the effect of pre-germination treatments in seeds of false johnsongrass. For evaluation of the biometry 50 seeds were used, using a caliper to determine the length and width thereof. For imbibition curve was used four replicates of 25 seeds in 14 times. Seeds were subjected to ten pre-germination treatments, alternating temperature, presence or absence of light and immersion in four concentrations of gibberellic acid (GA₃): 1000 mg L⁻¹ GA₃, 750 mg L⁻¹ GA₃; 500 mg L⁻¹ GA₃ and 250 mg L⁻¹ GA₃ for 24 hours. The seeds have small size variation, averaging 5.62 mm long, 2.32 mm wide. As for the imbibition curve, the seeds showed triphasic a standard. The preheat treatment (35°C) for 24 hours and treatment of seeds with gibberellin 1.000, 750 and 500 mg L⁻¹ GA₃ positively influenced germination and seedling development of *S. arundinaceum*. Based on the data mentioned, it is recommended as pre-germination treatment of seed soaking in a solution of 750 mg L⁻¹ GA₃ for 24 hours to obtain a higher number of germinated seeds.

Key words: dormancy, germination, gibberellic acid.

3.1 INTRODUÇÃO

Em agroecossistemas constantemente perturbados, como em lavouras de culturas anuais, as plantas daninhas conseguem permanecer e perpetuar em razão das características que conferem agressividade às mesmas, como os processos de dormência inerentes às sementes (ISAAC; GUIMARÃES, 2008). O sucesso das sementes como órgão de perpetuação e disseminação deve-se à capacidade de distribuição da germinação ao longo do tempo (dormência e longevidade no solo) e do espaço (dispersão) (MEROTTO Jr. *et al.*, 2002), tornando-se sério problema na agricultura moderna. O conhecimento dos aspectos relacionados aos fluxos de emergência, causas de dormência e a profundidade máxima que possibilita a germinação das plantas daninhas permitem a correta adoção das práticas de manejo, por exemplo, a aplicação de meios mecânicos, associados ou não a métodos químicos de controle (BRIGHENTI; VOLL; GRAZZIERO, 2003).

A dormência é o fenômeno por meio do qual as sementes de uma determinada espécie, mesmo sendo viáveis e tendo todas as condições ambientais favoráveis, deixam de germinar (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Segundo Vivian *et al.* (2008) para as plantas daninhas, a dormência faz com que as sementes fiquem viáveis por tempo indeterminado, variando de meses até anos no solo, até que a germinação seja desencadeada com alguma condição ambiental que irá atuar nos mecanismos fisiológicos.

No entanto, para a superação de alguns tipos de dormência, é necessário alterar certos constituintes da semente para que ocorram modificações fisiológicas no eixo embrionário. As giberelinas influenciam a germinação por atuarem na regulação da síntese de enzimas envolvidas na mobilização das reservas energéticas dos cotilédones da semente para o embrião estimulando a germinação (Taiz; Zeiger, 2013).

Para que haja superação da dormência, a semente embebe água e então, emite a raiz primária. Ressaltando assim, a diferença entre dormência e quiescência, que são eventos distintos (VIVIAN *et al.*, 2008). Sendo a quiescência relacionada a fatores do ambiente, a semente não germina quando submetidas a condições edafoclimáticas inadequadas como temperatura e umidade, enquanto que a dormência é causada por fatores relacionados à semente, como fatores associados ao embrião, impermeabilidade do tegumento e a produção de substâncias inibidoras da germinação (SILVA; SILVA, 2007).

Devido à diversidade dos estados de dormência à variabilidade de respostas germinativas das sementes, é difícil a previsão das infestações da cultura, tornando-se indispensável o conhecimento dos processos responsáveis pela germinação das plantas daninhas (MONQUERO; CHRISTOFFOLETI, 2005).

A planta daninha *Sorghum arundinaceum* (Desv.) Stapf é considerada uma planta anual ou perene, herbácea, originária da África e de introdução recente no Brasil; todavia se encontra disseminada por todo país (LORENZI, 2008). É uma planta daninha de introdução recente no Brasil e que vem aumentando sua área infestada ano após ano. Propaga-se exclusivamente por meio de sementes, infestando principalmente lavouras temporárias e perenes, margens de estradas e terrenos baldios (LORENZI, 2008).

No presente trabalho objetivou-se realizar a caracterização biométrica das sementes, descrever a curva de embebição e testar a eficácia de diferentes tratamentos para superação de dormência de sementes de *S. arundinaceum*.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Sementes do Instituto Federal Goiano, Câmpus Rio Verde, GO. Foram utilizadas sementes de *Sorghum arundinaceum*, coletadas em lavouras de soja no município de Rio Verde em setembro de 2011. Após a coleta, as sementes foram beneficiadas por meio de debulha manual e armazenadas durante seis meses, à temperatura de 21,3°C e 35,3% de umidade relativa, até o momento da realização dos ensaios. Após a imposição dos tratamentos, foram avaliados os seguintes parâmetros: teor de água, peso de mil sementes, porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação e porcentagem de plântulas normais.

Biometria das sementes

Foi utilizada a análise descritiva, com amostra de 50 sementes, escolhidas aleatoriamente. Foram medidos comprimento e largura, com paquímetro digital de precisão de 0,01mm. Foi considerado como comprimento a porção compreendida entre as extremidades basal e apical das sementes e a largura foi medida na parte intermediária das sementes. Para cada uma das variáveis estudadas, foi calculada a média aritmética, o desvio padrão, e o coeficiente de variação. Os dados foram classificados por meio de distribuição de frequência e plotados em histogramas de frequência.

Curva de embebição

Para a curva de embebição foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes. As amostras foram pesadas em balança de precisão de 0,001g para a determinação das massas iniciais e em seguida, foram semeadas em folhas de papel “mata-borrão”, umedecidas com água destilada, em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco (BRASIL, 2009), sendo mantidas em germinador regulado à temperatura de 30°C. As avaliações referentes ao peso das sementes, de cada repetição, foram realizadas a cada três horas nas primeiras doze horas e a cada 12 até 192 horas. O ganho de massa das sementes foi calculado de acordo com a fórmula: $GP = ((Pf - Pi) / Pi) * 100$, em que: Pf: peso final (ganho de umidade a cada período de embebição); Pi: peso inicial das sementes antes da embebição.

Teor de água e peso de mil sementes

O teor de água foi determinado pelo método da estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24 horas, com quatro amostras de 50 sementes, conforme as recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). O cálculo foi feito na base úmida (b.u.), sendo o resultado expresso em porcentagem. Para peso de mil sementes, utilizou-se oito amostras contendo 100 sementes cada.

Tratamentos pré-germinativos

Para o estudo da germinação, as sementes foram submetidas aos seguintes tratamentos pré-germinativos:

- Tratamento 1: Germinação sob fotoperíodo de 8 horas de luz branca fluorescente com temperatura de 30°C e 16 horas de luz branca fluorescente com temperatura de 19°C (controle);
- Tratamento 2: Germinação na ausência de luz em câmara de germinação à temperatura constante de 30°C;
- Tratamento 3: Pré-aquecimento em câmara de germinação a 35°C por 24 horas;
- Tratamento 4: Pré-resfriamento em BOD a 10°C por 24 horas;
- Tratamento 5: Imersão em água fervente a 100°C por 10 minutos;
- Tratamento 6: Imersão em água destilada em germinador a 30° C sem fotoperíodo por 24 horas;

- Tratamento 7: Imersão em solução de GA₃ a 1.000 mg L⁻¹, em germinador a 30° C sem fotoperíodo por 24 horas;
- Tratamento 8: Imersão em solução de GA₃ a 750 mg L⁻¹, em germinador a 30° C sem fotoperíodo por 24 horas;
- Tratamento 9: Imersão em solução de GA₃ a 500 mg L⁻¹, em germinador a 30° C sem fotoperíodo por 24 horas e
- Tratamento 10: Imersão em solução de GA₃ a 250 mg L⁻¹, em germinador a 30° C sem fotoperíodo por 24 horas.

Os tratamentos T₃ à T₁₀, após a superação de dormência, foram alocados em germinador com o tratamento controle. Utilizou-se delineamento inteiramente ao acaso com 10 tratamentos e quatro repetições de 50 sementes. As sementes, após cada tratamento, foram avaliadas com base nas seguintes características:

Germinação – O teste foi conduzido em caixas de plástico tipo “Gerbox” (11 x 11 x 3 cm). As sementes foram semeadas sobre duas folhas de papel “mata-borrão” umedecidas com água destilada na quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). As caixas foram mantidas em germinador com temperatura alternada de 19-30°C e fotoperíodo de 8 horas de luz branca fluorescente, durante a temperatura mais elevada. Avaliou-se, no decorrer de 17 dias, a porcentagem de germinação, considerando germinadas as sementes com protrusão radicular de 0,5 cm e a porcentagem de plântulas normais, (plântulas que possuíam todas as estruturas essenciais bem desenvolvidas) ao final do teste, conforme a fórmula:

$$\%G = \frac{\text{Quantidade de sementes germinadas}}{\text{Total de sementes}}$$

Índice de Velocidade de Germinação (IVG) – Foram realizadas avaliações diárias do número de sementes germinadas, durante 17 dias, para a determinação do índice de velocidade de germinação (IVG) conforme a fórmula proposta por Maguire (1962).

$$\text{IVG} = \frac{\text{Quantidade de sementes germinadas}}{\text{Número de dias após a germinação}}$$

Os dados foram submetidos à análise da variância, e quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de significância, com o auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2003).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes de *Sorghum arundinaceum* possuem comprimento médio de 5,62 (variando de 3,93 a 6,68 mm) e largura média de 2,32 (variando de 1,77 a 2,74 mm) (Tabela 1).

Tabela 1. Comprimento e largura de sementes de *Sorghum arundinaceum*.

Dimensões (mm)	Média	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão	CV (%)
Comprimento	5,62	6,68	3,93	0,55	9,83
Largura	2,32	2,74	1,77	0,23	10,19

Observa-se que os valores do desvio padrão e do coeficiente de variação, tanto para comprimento quanto para largura das sementes, não são muito elevados, pois, se tratando de espécies selvagens (que não foram melhoradas geneticamente) e que apresentam variação genética natural, estes valores são aceitáveis. O tamanho das sementes não varia, mostrando uma uniformidade quanto a biometria, demonstrando baixa heterogeneidade da amostra.

Nota-se na distribuição de frequência dos dados biométricos de sementes de *S. arundinaceum* (Figura 1), que a maior frequência das sementes quanto ao comprimento foi de 34% para a faixa entre de 5,53 a 5,98mm, enquanto para a largura foi de 28% para a faixa entre 2,17 a 2,38 mm.

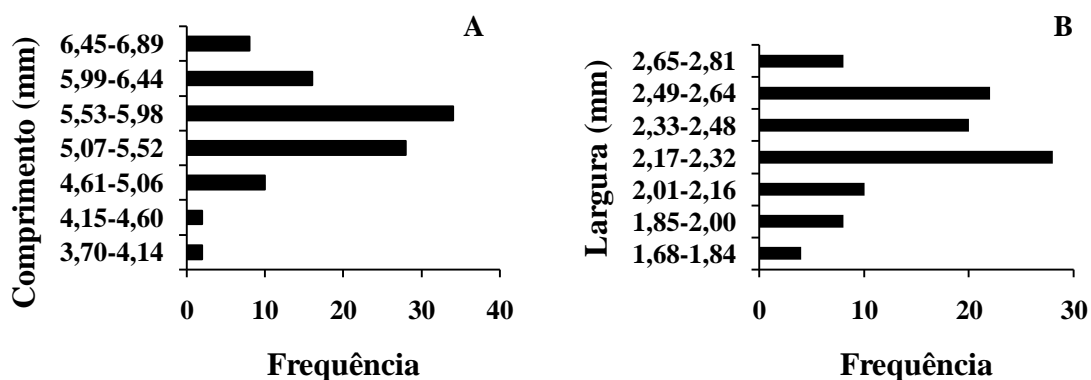


Figura 1. Distribuição das frequências de comprimento (A) e largura (B) de sementes de *Sorghum arundinaceum*.

Observa-se que a evolução da curva de embebição das sementes de *S. arundinaceum* exibe um padrão trifásico, sendo a fase I caracterizada por um ganho de massa bastante significativo nas primeiras 48 horas de embebição, em torno dos 84,1%. A fase II foi mais longa se estabelecendo no período entre 48 e 120 horas, durando em torno de 96 horas e com ganho de massa mais lento e estável durante este período. E, a fase III, caracterizada pela protrusão radicular de mais de 50% das sementes (Figura 2).

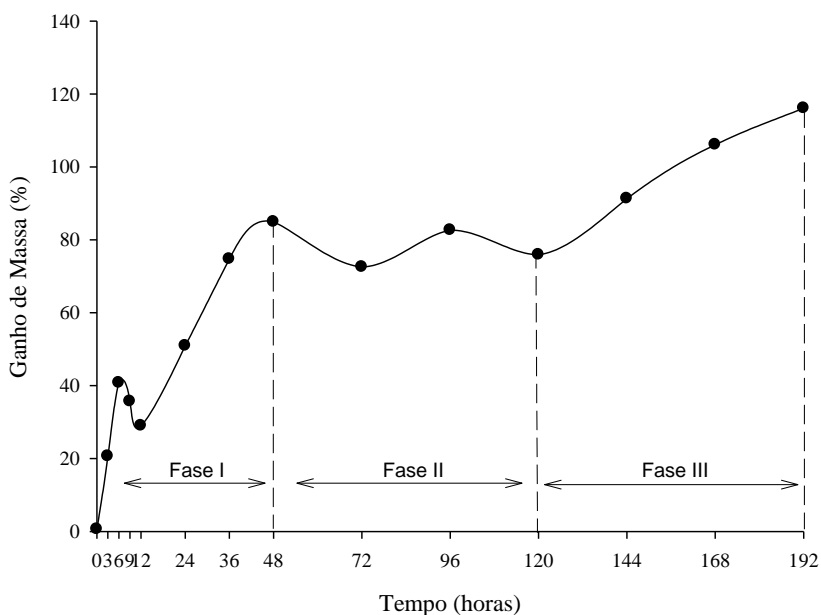


Figura 2. Curva de embebição de sementes de *Sorghum arundinaceum* nos tempos: 0, 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48, 72, 96, 120, 144, 168 e 192 horas, em ganho de massa (%).

Adegas, Cruz e Prete (2003), trabalhando com embebição em sementes de *Bidens pilosa* (picão-preto) observou efeitos significativos de períodos de embebição. O teor de água absorvido pelas sementes aumentou significativamente com o período de embebição, chegando ao máximo de 105% de absorção. Já o *S. arundinaceum* chegou a 116% de ganho de massa.

O teor de água final das sementes de *S. arundinaceum* foi de 10,38% e o peso de mil sementes foi de 7,03 gramas. O número de sementes por quilo foi 142.247 sementes. Marcos Filho (2005) afirma que o teor de água das sementes é um fator que interfere diretamente no peso das sementes, variando de acordo com as condições do local de colheita, com a idade da semente e a sua maturação.

Quanto aos efeitos dos tratamentos de superação de dormência das sementes de *S. arundinaceum* observam-se efeitos significativos entre tratamentos para porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação e porcentagem de plântulas normais (Tabela 2). A imersão das sementes de *S. arundinaceum* em solução de 1.000 mg L⁻¹ de

GA₃ (T₇), 750 mg L⁻¹ de GA₃ (T₈), pré-aquecimento (35°C) por 24 horas (T₃) ou imersas em solução de 500 mg L⁻¹ de GA₃ (T₉), proporcionaram a maior porcentagem de germinação (Figura 3).

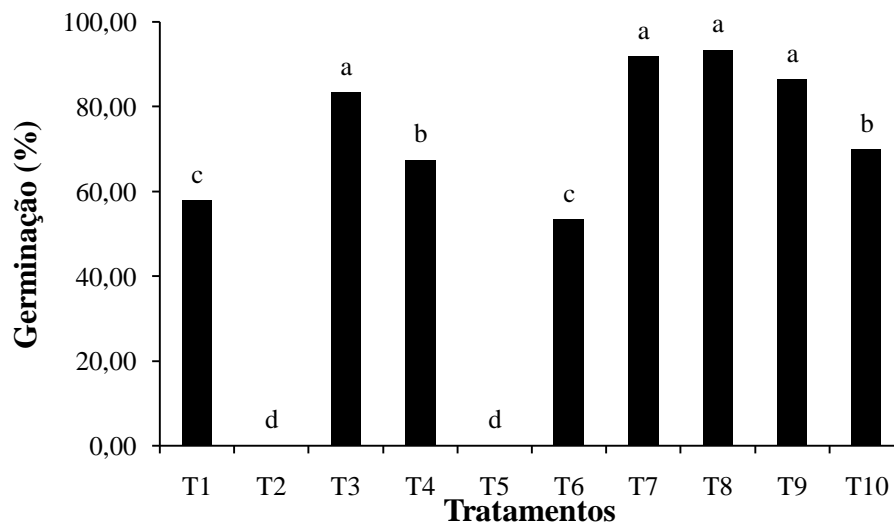


Figura 3. Porcentagem de germinação de sementes de *Sorghum arundinaceum* submetidas a dez tratamentos pré-germinativos: T1: Germinação sob fotoperíodo de 8 horas de luz branca fluorescente com temperatura alternada de 19-30°C (controle); T2: Germinação na ausência de luz na temperatura constante de 30°C; T3: Pré-aquecimento (35°C) por 24 horas; T4: Pré-resfriamento (10°C) por 24 horas; T5: Imersão em água fervente por 10 minutos; T6: Imersão em água destilada por 24 horas; T7: Imersão em solução de GA₃ a 1.000 mg L⁻¹, por 24 horas; T8: Imersão em solução de GA₃ a 750 mg L⁻¹, por 24 horas; T9: Imersão em solução de GA₃ a 500 mg L⁻¹, por 24 horas e T10: Imersão em solução de GA₃ a 250 mg L⁻¹, por 24 horas. *Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

No teste de germinação, a temperatura age sobre a velocidade de absorção de água e também sobre as reações bioquímicas que determinam todo o processo e, em consequência, afeta a velocidade, uniformidade de germinação, e a germinação total (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Ao trabalhar com a gramínea *Trisacum dactyloides* (eastern gamagrass), Rogis *et al.* (2004) obtiveram melhoria na germinação pelo uso de GA₃.

Costa, Araújo e Bôas (2011), em ensaios para superar a dormência em sementes de *Brachiaria humidicola*, utilizando o ácido giberélico (100 mg L⁻¹) e o peróxido de hidrogênio (H₂O₂) obtiveram os melhores resultados, reduzindo a porcentagem de sementes dormentes para menos de 30%. Todavia, observou-se que o peróxido de hidrogênio, embora tenha reduzido a porcentagem de sementes dormentes e estimulado

a germinação, promoveu o aumento da incidência de anormalidades nas plântulas formadas.

Levando em consideração a morfologia das sementes desta espécie concernente ao tegumento que não é muito espesso e rígido e que não oferece barreira física para a germinação, acredita-se que o tratamento em água fervente por 10 minutos (T_5) possa ter provocado a desnaturação de proteínas e a morte de embrião, o que não permitiu a germinação. Piveta *et al.* (2010), colocam que o mecanismo de atuação da água quente para superar a dormência não é bem conhecido e diferentes lotes podem possuir resultados distintos.

Quando as sementes foram deixadas na ausência de luz à temperatura constante de 30°C (T_2) a germinação ocorreu em apenas uma semente, totalizando 0,5% de germinação. Deste modo, as sementes de *S. arundinaceum* necessitam de luz para desencadear os processos fisiológicos e bioquímicos que culminam na protrusão radicular. Segundo Klein e Felipe (1991), a família das Poaceae possui grande variação de comportamento com a luz. As sementes de *Cenchrus echinatus* quando armazenadas por sete meses, mostraram-se fotoblásticas negativas e, armazenadas por um ou doze meses, foram indiferentes à luz. As sementes de *Digitaria horizontalis* mostraram-se fotoblásticas positivas, e as de *D. insularis* foram indiferentes à luz. As unidades de dispersão (espiguetas) de *D. horizontalis* obtiveram maior germinação na presença de luz e não germinaram no escuro. As sementes de *Panicum maximum* mostraram-se indiferentes à luz.

Para o índice de velocidade de germinação (IVG), o mais expressivo foi observado quando as sementes foram submetidas à imersão em solução de 1.000 mg L⁻¹ GA₃ e 750 mg L⁻¹ GA₃, corroborando com os resultados obtidos para porcentagem de germinação (Figura 4).

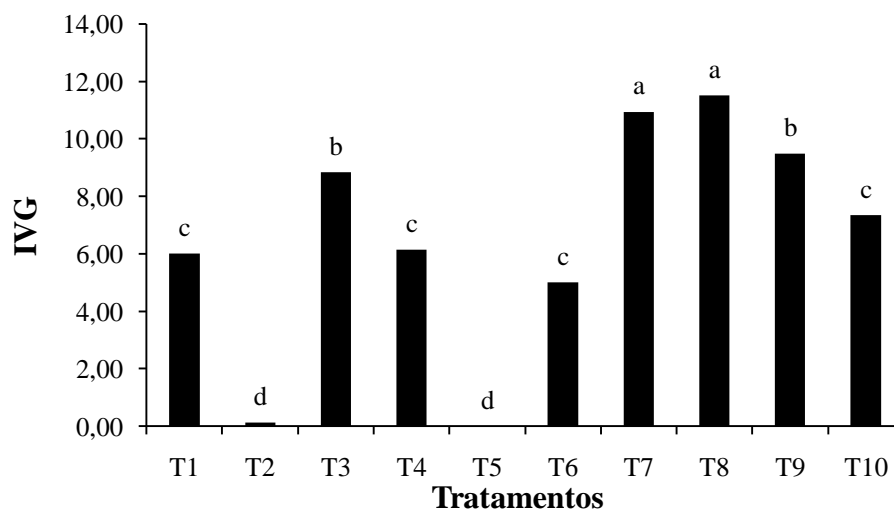


Figura 4. Índice de velocidade de germinação de sementes de *Sorghum arundinaceum* submetidas a dez tratamentos pré-germinativos: T1: Germinação sob fotoperíodo de 8 horas de luz branca fluorescente com temperatura alternada de 19-30°C (controle); T2: Germinação na ausência de luz na temperatura constante de 30°C; T3: Pré-aquecimento (35°C) por 24 horas; T4: Pré-resfriamento (10°C) por 24 horas; T5: Imersão em água fervente por 10 minutos; T6: Imersão em água destilada por 24 horas; T7: Imersão em solução de GA₃ a 1.000 mg L⁻¹, por 24 horas; T8: Imersão em solução de GA₃ a 750 mg L⁻¹, por 24 horas; T9: Imersão em solução de GA₃ a 500 mg L⁻¹, por 24 horas e T10: Imersão em solução de GA₃ a 250 mg L⁻¹, por 24 horas. *Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

O tratamento com pré-aquecimento (T₃), juntamente com o tratamento com GA₃ a 500 mg L⁻¹, por 24 horas (T₉) também foram satisfatórios quanto ao IVG, mas diferentes estatisticamente do T₇ e T₈. O tratamento realizado através da imersão das sementes em água quente (T₅) indicou que o mesmo não é adequado para a superação da dormência da espécie em estudo, por afetar negativamente a germinação do *S. arundinaceum*. Provavelmente, esse resultado deve-se à morte do embrião. Resultados obtidos por Piveta *et al.* (2010), em trabalho com *Senna multijuga* (L. C. Rich.) Irwin & Barneby, utilizando imersão em água quente a 100°C, também demonstraram que este tipo de tratamento não é eficaz para a espécie, com redução da viabilidade das sementes e alta percentagem de sementes mortas (73%).

Valores significativos para porcentagem de plântulas normais foram obtidos nos tratamentos T₃, T₄, T₆ e T₇ (Figura 5).

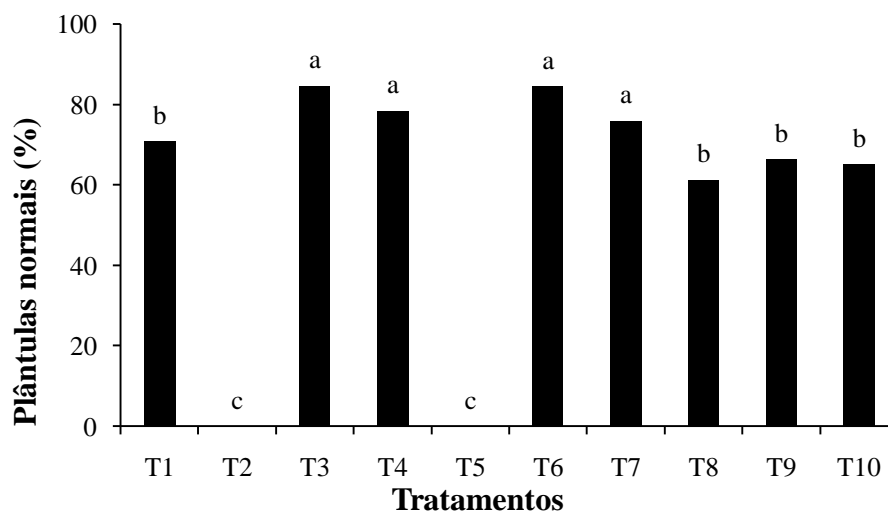


Figura 5. Porcentagem de plântulas normais oriundas de sementes de *Sorghum arundinaceum* submetidas dez tratamentos pré-germinativos: T1: Germinação sob fotoperíodo de 8 horas de luz branca fluorescente com temperatura alternada de 19-30°C (controle); T2: Germinação na ausência de luz na temperatura constante de 30°C; T3: Pré-aquecimento (35°C) por 24 horas; T4: Pré-resfriamento (10°C) por 24 horas; T5: Imersão em água fervente por 10 minutos; T6: Imersão em água destilada por 24 horas; T7: Imersão em solução de GA₃ a 1.000 mg L⁻¹, por 24 horas; T8: Imersão em solução de GA₃ a 750 mg L⁻¹, por 24 horas; T9: Imersão em solução de GA₃ a 500 mg L⁻¹, por 24 horas e T10: Imersão em solução de GA₃ a 250 mg L⁻¹, por 24 horas. *Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

As concentrações de giberelina aumentaram a germinação e o IVG, mas somente o T₇, imersão em solução de GA₃ a 1.000 mg L⁻¹, obteve uma maior porcentagem de plântulas normais. As plântulas que germinaram primeiramente, possivelmente foram afetadas com uma restrição de captação de luminosidade ocasionada pela proximidade entre as mesmas e a limitação de espaço físico no interior do gerbox, para a formação de raízes que se mantivessem viáveis ao longo dos 17 dias de avaliação.

Quando sementes de *S. arundinaceum* não são submetidas a tratamentos para a superação da dormência, possuem baixa taxa de germinação, além de um período mais longo para que essa germinação se inicie.

3.4 CONCLUSÃO

As sementes de *S. arundinaceum* possuem baixa variação em suas características biométricas e exibem um padrão trifásico de germinação, com ganho de massa de até 116%.

As sementes de *S. arundinaceum* respondem positivamente quando tratadas com ácido giberélico, indicando que as mesmas possuem dormência fisiológica.

As sementes de *S. arundinaceum* são fotoblásticas positivas, tendo sua germinação inibida na ausência de luz.

3. 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEGAS, F. S.; VOLL, E.; PRETE, C. E. C. EMBEBIÇÃO E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE PICÃO-PRETO (*Bidens pilosa*). **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 21, n. 1, p. 21-25, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 395 p., 2009.

BRIGHENTI, A. M.; VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P. Biologia e manejo do *Cardiospermum halicacabum*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 229-237, 2003.

CARVALHO, N. M. de; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: Funep, 2000.

COSTA, C. J.; DE ARAÚJO, R. B.; BÔAS, H. D. C. V. Tratamentos para a superação de dormência em sementes de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick1. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 519-524, out./dez. 2011.

FERREIRA, D. F. **Programa de análises estatísticas (Statistical Analysis Software) e planejamento de experimentos - SISVAR 5.0 (Build 67)**. Lavras: UFLA, 2003.

FREITAS, R. R. **Dinâmica do banco de sementes em uma comunidade de plantas daninhas com aspectos da germinação e dormência de sementes de capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch)**. 1990. 117 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1990.

ISSAC, R. A.; GUIMARÃES, S. C. Banco de sementes e flora emergente de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 26, n. 3, p. 521-530, 2008.

KLEIN, A.; FELIPPE, G. M. Efeito da luz na germinação de sementes de ervas invasoras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 7, p. 955-966, jul. 1991.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3ª edição. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2000.

MAGUIRE, J. B. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005.

MEROTTO Jr. A.; VIDAL, R. A.; FLECK, N. G.; ALMEIDA, M. L. Interferência da plantas daninhas sobre o desenvolvimento inicial de plantas de soja e arroz através da qualidade da luz. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 1, p. 9-16, 2002.

PENG, J.; HARBERD, N.P. The role of GA-mediated signalling in the control of seed germination. **Current Opinion in Plant Biology**, London, v. 5, p. 376-381, 2000.

PIVETA, G.; MENEZES, V. O.; PEDROSO, D C.; MUNIZ, M. F. B.; BLUME, E.; WIELEWICKI, A. P. Superação de dormência na qualidade de sementes e mudas: influência na produção de *Senna multijuga* (L. C. Rich.) Irwin & Barneby. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 2, p. 281-288, 2010.

ROGIS, C., GIBSON, L. R., KNAPP, A. D., HORTON, R. Enhancing germination of eastern gamagrass seed with stratification and gibberelic acid. **Crop Science** v. 44, p. 549-552, 2004.

4. CAPÍTULO II. CRESCIMENTO E CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DA PLANTA DANINHA FALSO-MASSAMBARÁ (*Sorghum arundinaceum*)

RESUMO: *Sorghum arundinaceum* é uma planta daninha pertencente à família Poaceae e se encontra disseminada em todo território brasileiro. Apesar da ocorrência frequente, infestando áreas cultivadas, são poucas as pesquisas concernentes à biologia e a fisiologia desta espécie. Objetivou-se nesta pesquisa avaliar o crescimento, a partição de fotoassimilados e as características fisiológicas da planta daninha *Sorghum arundinaceum* em casa de vegetação. As plantas foram coletadas em intervalos regulares de sete dias, a partir de 22 até 113 dias após o transplante (DAT). Em cada coleta, determinaram a altura de plantas, volume de raiz, área foliar e a massa seca, e posteriormente, aplicou-se a análise de crescimento, sendo calculadas a partição de massa seca entre os órgãos, o acúmulo de massa seca, a área foliar específica, a taxa de crescimento relativo e a razão de peso foliar. Aos 36, 78 e 113 DAT foram avaliadas as taxas fotossintética e transpiratória, condutância estomática, a relação entre a concentração interna e externa de CO₂ e a fluorescência da clorofila *a*. O *Sorghum arundinaceum* apresentou a altura de 1,91 metros, com crescimento inicial lento. Acumulou muita massa seca no final do ciclo, alocando grande parte da biomassa nas raízes. A taxa fotossintética e o rendimento quântico máximo do FS II são semelhantes durante todo o ciclo de crescimento. Na maturação, o *Sorghum arundinaceum* possui maiores valores de taxa transpiratória, condutância estomática e no coeficiente de dissipação não fotoquímica (NPQ).

Palavras-chaves: sorgo, planta daninha, taxa de crescimento.

**CHAPTER II. GROTH AND PHYSIOLOGICAL
CHARACTERISTICS OF THE WEED PLANT FALSE
JOHNSONGRASS (*Sorghum arundinaceum*)**

ABSTRACT: *Sorghum arundinaceum* is a weed belongs to the Poaceae family and is widespread throughout Brazil. Despite the frequent occurrence infesting cultivated areas, there is little research concerning the biology and physiology of this species. The objective of this research was to evaluate the growth, carbon partitioning and physiological characteristics of the weed *Sorghum arundinaceum* in greenhouse. Plants were collected at regular intervals of seven days, from 22 to 113 days after transplanting (DAT). In each sample, we determined plant height, root volume, leaf area and dry matter, and subsequently it was applied the growth analysis, being calculated the dry matter partitioning among organs, the accumulation of dry matter, specific leaf area, the relative growth rate and leaf weight ratio. At 36, 78 and 113 DAT were evaluated photosynthetic and transpiration rates, stomatal conductance, CO₂ concentration and chlorophyll fluorescence. *Sorghum arundinaceum* presented a high size, with slow initial growth. It accumulated much dry matter at end of cycle, allocating much of the biomass in the roots. The photosynthetic rate and the maximum quantum yield of PSII are similar throughout the growth cycle. At maturity the *Sorghum arundinaceum* presents higher values of transpiration rate, stomatal conductance and dissipation factor non-photochemical (NPQ).

Key words: *Sorghum*, weed, growth rate.

4.1 INTRODUÇÃO

Para estudos de bases fisiológicas e a influência exercida pelas variáveis agrônômicas, genéticas e ambientais, tem-se utilizado a análise de crescimento em plantas, como técnica bastante válida. Pois, ela descreve as diferenças morfo-fisiológicas, em intervalos de tempo, entre duas amostras sucessivas da planta. Acompanhando assim, a produção fotossintética através da massa seca (SILVA et al., 2000). E, estudos de crescimento têm sido frequentemente utilizados para análise comparativa entre plantas daninhas e espécies de interesse econômico (CHRISTOFFOLETI, 2001).

As plantas daninhas interferem na produtividade das culturas agrícolas principalmente, por causa da competição por água, luz e nutrientes e pela ação alelopática. Devido a sua rusticidade, as plantas daninhas se destacam na rapidez e eficiência de utilização dos recursos do ambiente (MYERS & ANDEERSON, 2003), permitindo sua sobrevivência e vantagens de crescimento, sobressaindo-se, na maioria das vezes, sobre as plantas cultivadas. A família Poaceae possui quantidade expressiva de espécies que se tornaram invasoras no Brasil, especialmente as forrageiras de origem africana, destacando a *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf (capim-jaraguá), *Urochloa* spp. (braquiárias), *Panicum maximum* Jacq. (capim-colonião) e *Melinis minutiflora* Beauv. (capim-gordura) (MATOS & PIVELLO, 2009). De acordo com Castro et al. (2011), as gramíneas forrageiras têm provocado danos significativos as principais culturas cultivadas no Brasil.

O *Sorghum arundinaceum* é uma planta daninha, da família Poaceae, originária da África e vem sendo disseminado em todas as regiões do Brasil, sendo uma planta anual ou perene, ereta, com 1,5-2,5 m de altura. Sua propagação ocorre por meio de sementes, infestando principalmente culturas anuais e perenes, terrenos baldios e margens de estradas. É confundida com *Sorghum halepense*, porém se diferencia por este ser perene, rizomatoso e de porte menor (LORENZI, 2008).

A análise de crescimento de poaceas infestantes de regiões tropicais tem recebido pouca atenção da pesquisa, sendo escassas as estimativas de parâmetros como área foliar, área foliar específica, razão de peso foliar e taxas de crescimento. Essas análises são o método mais preciso e acessível para avaliação do crescimento e também para mensurar a contribuição dos diferentes processos fisiológicos sobre o comportamento vegetal (BENINCASA, 2003). Pelo processo fotossintético, as plantas absorvem a radiação fotossintética ativa e incorporam o CO₂ atmosférico em compostos

carbônicos destinados ao crescimento vegetal. Assim, fatores como a redução da radiação solar sobre as folhas, diminuem a quantidade de radiação absorvida pelo aparato fotossintético, que reduz a conversão de energia luminosa em química, afetando o crescimento e desenvolvimento das plantas (AUMONDE et al. 2013).

Em sistemas cultivados usados na recuperação ou renovação de pastagens degradadas, podendo ser observado no cultivo consorciado da cultura do milho com forrageiras tropicais, como a *Urochloa brizantha*, em que a presença do milho como competidor sombreando a forrageira afeta suas taxas de crescimento e de evolução da área foliar ao longo do período de convivência, quando comparada com o crescimento solteiro da forrageira (JAKELAITIS et al. 2006).

Neste contexto, os estudos relacionados ao crescimento e desenvolvimento das plantas daninhas permitem a obtenção de informações necessárias sobre as fases fenológicas e padrões de crescimento fornecendo subsídios para o entendimento das respostas morfológicas e fisiológicas destas frente a fatores do ambiente e de sua ação sobre o nicho ecológico, especialmente de sua interferência sobre plantas cultivadas.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento, a partição de fotoassimilados e as características fisiológicas da planta daninha *Sorghum arundinaceum* em casa de vegetação, levando em consideração a importância que apresentam esses estudos para o conhecimento da ecologia dessa espécie.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação climatizada, variando a temperatura de 18°C até 29°C, nas dependências do Laboratório de Ecofisiologia e Produtividade Vegetal, do Instituto Federal Goiano, Câmpus Rio Verde, entre os meses de agosto a dezembro de 2012. O local do experimento possui as seguintes coordenadas geográficas: latitude 17° 48' e 67'' S e longitude 50° 54' 18'' W com altitude média de 758 metros.

As sementes de *S. arundinaceum* foram coletadas em lavouras de soja no município de Rio Verde, em setembro de 2011. Após a coleta as sementes foram beneficiadas por meio de debulha manual e armazenadas, até o momento de realização dos ensaios. Inicialmente, as sementes de *S. arundinaceum* foram colocadas para germinar em caixas plásticas (11 x 11 x 3 cm) tipo Gerbox, e foram semeadas sobre duas folhas de papel “mata-borrão” umedecidas com água destilada na quantidade

equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco, conforme instruções gerais contidas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). As caixas foram mantidas em germinador com temperatura alternada de 19-30°C e fotoperíodo de 8 horas de luz branca fluorescente, durante a temperatura mais elevada. Após a germinação, quando se observou a protrusão da radícula das plantas, estas foram transplantadas, permanecendo três plantas por vaso.

As unidades experimentais constaram de vasos com capacidade de 8 litros. Foi utilizado terra de subsolo, que apresentou: pH = 5,5; P = 0,35 mg dm⁻³; K = 19,6 mg dm⁻³; Ca = 1,4 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,26 cmol_c dm⁻³; Al = 0,03 cmol_c dm⁻³; V% = 53,2; CTC = 3,31 cmol_c dm⁻³ e granulometria 23; 5; e 72 dag kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente. Posteriormente, foi adicionado ao solo 184 g de N, 836 g de P₂O₅, 110 g de K₂O e 64 g de Ca e Mg na proporção de duas partes de solo para uma parte de areia. Os vasos foram irrigados manualmente e diariamente, mantendo o substrato próximo a capacidade de campo. Quinzenalmente foram feitas adubações com solução nutritiva de Hoagland & Arnon (1950).

O ensaio foi instalado num delineamento de blocos ao acaso, com 14 tratamentos (épocas de coleta) e quatro repetições. As épocas corresponderam a 22, 29, 36, 43, 50, 57, 64, 71, 78, 85, 92, 99, 106 e 113 dias após o transplante (DAT) das mesmas nos vasos. Em cada época de avaliação, as plantas foram separadas em raízes, colmos, folhas, flores e frutos, e em seguida, foram lavadas em água corrente e colocadas a secar separadamente. Foram mensurados o volume radicular por meio de proveta graduada, a altura das plantas com régua milimetrada medindo a extensão do colmo até o ápice da planta e a área foliar das mesmas por meio do software Sigma Scan Prov. 5.0, Jandel Scientific. Posteriormente, o material amostrado foi acondicionado em saquinhos de papel e levados para secar em estufa com ventilação forçada a 70°C por 72 horas até atingir massa constante.

A massa seca da raiz (MSR), massa seca do colmo (MSC), massa seca das folhas (MSF), massa seca das sementes (MSS) e massa seca da panícula (MSP) foram mensuradas (em g por planta), em balança analítica digital e obtida também a massa seca total (MST).

A partição de massa entre diferentes órgãos da planta foi determinada em percentagem de massa seca das diferentes partes em relação à massa seca total ao longo do ciclo. Com base na área foliar e na massa seca das diferentes partes da planta, nas respectivas épocas de amostragem, calcularam também: a área foliar específica (AFE),

razão de peso foliar (RPF) e taxa de crescimento relativo (TCR) de acordo com Radford (1967), Benincasa (1988), Hunt (1990) e Aguilera et al. (2004).

A TCR foi calculada pela fórmula $TCR = (\ln P_n - \ln P_{n-1}) / (T_n - T_{n-1})$, em que $\ln P_n$ é o logaritmo neperiano da massa seca acumulada até a avaliação n ; $\ln P_{n-1}$ é o logaritmo neperiano da massa seca acumulada até a avaliação $n-1$; T_n é o número de dias após o transplântio por ocasião da avaliação n ; e T_{n-1} é o número de dias após a transplântio por ocasião da avaliação $n-1$.

A RPF foi calculada pela fórmula $RPF = P_{fn} / P_n$, em que P_{fn} é a massa seca das folhas por ocasião da avaliação n e P_n é a massa seca acumulada até a avaliação n , e a AFE pela fórmula $AFE = AF / P_{fn}$, sendo AF a área foliar. Os dados foram analisados estatisticamente com a aplicação do teste F sobre a análise de variância, seguido da aplicação de modelos de regressão não linear, em função das épocas de coleta.

As avaliações fisiológicas concernentes às trocas gasosas e fluorescência da clorofila a foram realizadas em três fases fenológicas: no crescimento vegetativo (36 DAT), no florescimento (78 DAT) e na maturação (113 DAT) das plantas de *S. arundinaceum*. Também se determinou o conteúdo de pigmentos cloroplastídicos aos 36 e aos 113 DAT. As trocas gasosas referentes à taxa fotossintética (A , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) taxa transpiratória (E , $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (g_s , $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), e da relação entre a concentração interna e externa de CO_2 (C_i/C_a) foram realizadas em folhas completamente expandidas de *S. arundinaceum* utilizando analisador de gases no infravermelho (IRGA) modelo LCI (ADC BioScientific - Great Amwell – England) acoplado a fonte de luz artificial incidindo a densidade de fluxo de fótons igual a $1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

As medidas de fluorescência da clorofila a foram obtidas utilizando um fluorômetro portátil modulado, modelo MINI-PAM (Walz, Effeltrich, Germany), equipado com uma pinça especial para suporte da folha modelo 2030-B (BILGER et al. 1995; RASCHER et al. 2000). Foram determinadas a fluorescência inicial (F_0), a fluorescência máxima (F_m), o rendimento quântico potencial ($F_v/F_m = \text{fluorescência variável/fluorescência máxima}$), o rendimento quântico efetivo ($\Delta F/F_m'$), a dissipação não fotoquímica (NPQ) e a taxa de transporte de elétrons (ETR). O rendimento quântico potencial do fotossistema II (VAN KOOTEN & SNEL, 1990) foi calculado após 30 minutos de adaptação ao escuro utilizando a equação $F_v/F_m = (F_m - F_0) / F_m$; em que F_0 é o rendimento da fluorescência mínima, excitado por uma luz vermelha modulada de baixa intensidade ($0,03 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), e F_m é a fluorescência máxima obtida pela

aplicação de um pulso de 0,8s de luz actínica saturante ($>6000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). O rendimento quântico efetivo do fotossistema II (GENTY et al. 1989) foi determinado por meio da sobreposição de um pulso de saturação em folhas previamente adaptadas à luz ambiente, sendo calculado como $\Delta F/F_m' = (F_m' - F) / F_m'$; em que F é o rendimento da fluorescência máxima durante o pulso de saturação. O $\Delta F/F_m'$ utilizado para estimar a taxa aparente de transporte de elétrons (ETR) de acordo com Bilger et al. (1995) foi mediante o uso da equação $\text{ETR} = \Delta F/F_m' \times \text{DFF} \times 0,5 \times 0,84$, em que DFF é a densidade de fluxo de fótons ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) incidente sobre a folha; 0,5 é o valor correspondente à fração da energia de excitação distribuída para o FS II (LAISK & LORETO, 1996); e 0,84 é o valor correspondente à fração de luz incidente que é absorvida pelas folhas (EHLEINGER, 1981). O coeficiente de dissipação não fotoquímico de Stern-Volmer foi calculado como $\text{NPQ} = (F_m - F_m') / F_m'$ (BILGER & BJORKMAN, 1990). Medições de fluorescência da clorofila *a* e das trocas gasosas foram realizadas no mesmo dia, na mesma folha expandida, localizada na porção mediana da planta. As avaliações ocorreram sempre no período entre 7 às 10 horas da manhã. Os dados referentes às variáveis fisiológicas foram submetidos à análise descritiva, seguido do erro padrão da média.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os modelos das variáveis de crescimento altura de plantas, volume de raiz (Figura 1A e B) e as relativas às variações do acúmulo de massa seca nas partes das plantas (Figuras 2A, B, C, D) de *S. arundinaceum* ao longo do seu ciclo foram ajustadas ao modelo logístico do tipo $Y = a / [1 + \exp(-(x-b)/c)]$, em que Y é a variável dependente em estudo e X a variável independente (tempo), e a , b e c são os parâmetros estimados da equação. No modelo estimado para a altura de *S. arundinaceum*, observa-se que a planta daninha se destaca pelo seu porte, possuindo crescimento rápido em altura, atingindo aos 113 DAT, 1,91 metros (Figura 1A). A altura de plantas é uma característica importante e pode influenciar as relações de competição entre plantas, dependendo da espécie vizinha, do modo de crescimento destas e do período de convivência (ZANINE & SANTOS, 2004). A convivência de *S. arundinaceum* com plantas cultivadas de menor porte, como soja (REZENDE et al. 2012), feijão (TAVARES et al. 2013), e até plantas de maior porte como o milho (SILVA et al. 2004), contribui para reduzir a penetração da luz no dossel destas culturas, refletindo em maiores perdas na produção.

Similarmente a altura de plantas, *S. arundinaceum* possui expressiva produção de raízes, mensuradas pelo volume radicular (Figura 1B) e pela massa seca de raízes produzidas (Figura 2A), caracterizando a extensão do sistema radicular desta espécie, que confere a mesma maior habilidade competitiva por recursos como água e nutrientes. Raízes profundas permitem que plantas acessem fontes de água disponíveis depois que camadas superficiais de solo tenham secado, adaptando o seu crescimento as épocas de baixa precipitação pluviométrica, tornando muitas vezes plantas mais competitivas (GRIEU et al. 2001).

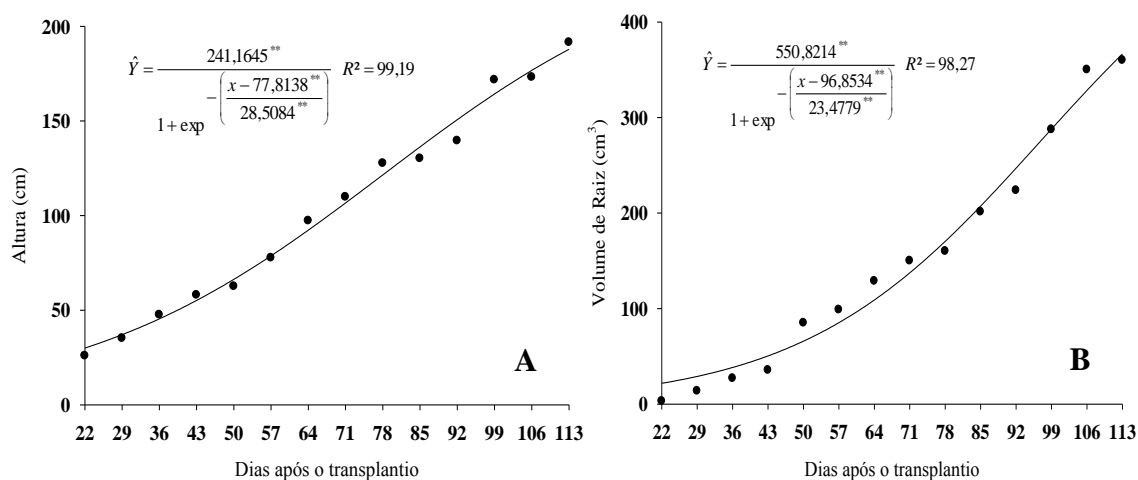


Figura 1: A- Altura (cm); B-Volume de raiz (cm³) de *Sorghum arundinaceum* ao longo do seu ciclo de desenvolvimento.

Considerando a produção total de massa seca de *S. arundinaceum* (Figura 2D) observa-se que as plantas possuíram crescimento inicial lento até os 57 DAT, e a partir desta até os 113 DAT, observou-se rápido e constante acúmulo de massa seca, mesmo com a senescência foliar (Figura 2B) e a estabilização do crescimento dos colmos (Figura 2C). Este comportamento é explicado pelo acúmulo de massa seca das raízes (Figura 2A), que representou a maior fração de massa seca acumulada pela planta (Figura 3).

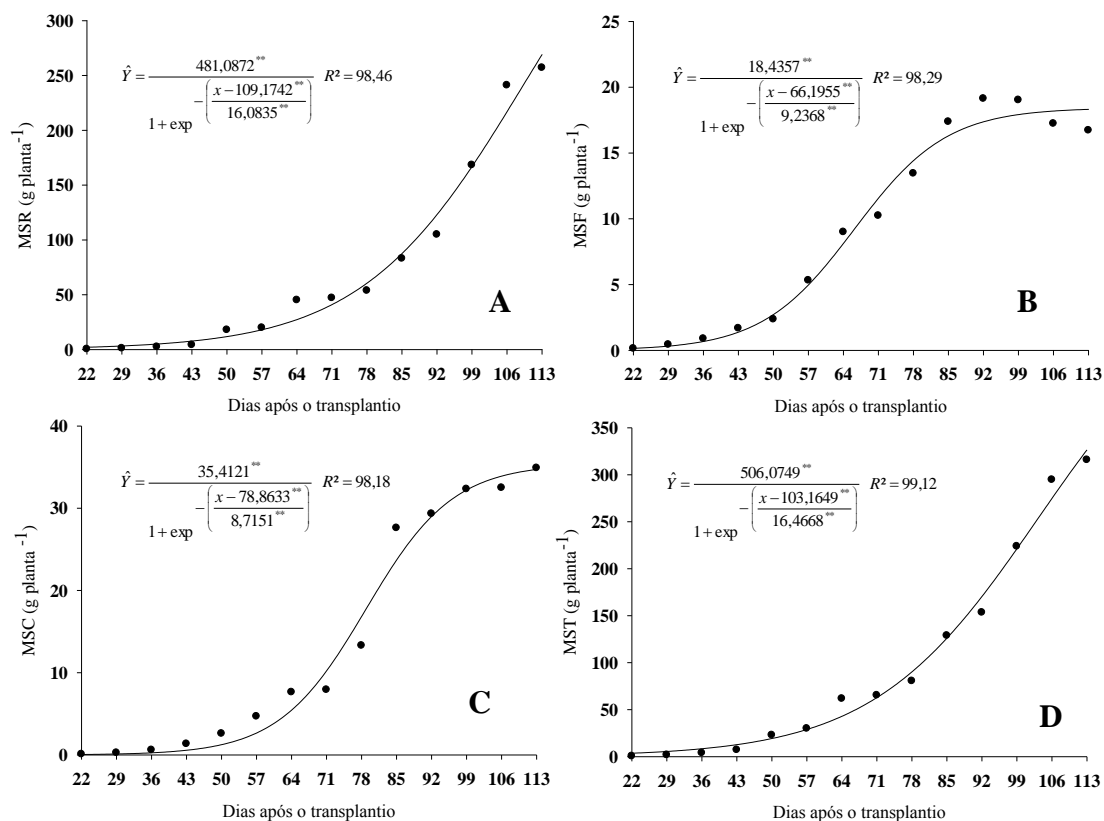


Figura 2: Acúmulo de massa seca de *Sorghum arundinaceum* ao longo de seu ciclo de desenvolvimento: A- Massa Seca da Raiz (MSR); B- Massa Seca da Folha (MSF); C- Massa Seca do Colmo (MSC); e D – Massa Seca Total (MST).

No entanto, a massa seca final obtida demonstra a elevada capacidade desta espécie em acumular massa, principalmente no final do seu ciclo, possuindo aos 113 DAT valores médios de 315,77 g planta⁻¹, com a produção de aproximadamente 257,03 e 58,74 g, para raízes e parte aérea, respectivamente. A massa seca máxima produzida pelo *S. arundinaceum* foi superior ao observado em experimentos com as plantas daninhas gramíneas *Digitaria insularis* (MACHADO et al. 2006), *Rottboelia exaltata* (BIANCO et al. 2004; CARVALHO et al. 2005a), *Chloris polydactyla* (Carvalho et al. 2005b), *Brachiaria decumbens* (BIANCO et al. 2005) e as plantas daninhas dicotiledôneas *Siegesbeckia orientalis* (AGUILERA et al. 2004), *Richardia brasiliensis* (PEDRINHO JR et al. 2004) e *Hyptis suaveolens* (GRAVENA et al. 2002). Esse maior acúmulo de massa seca, quando comparado as outras espécies, ocorreu principalmente pelo hábito de crescimento da planta e pelo metabolismo C₄ que a mesma possui, que foi beneficiada pelas condições experimentais concernentes à temperatura e luminosidade. Silva & Silva (2007) comentam que o metabolismo fotossintético C₄ confere diversos atributos vantajosos as plantas, principalmente em ambientes quentes e

ensolarados com elevada taxa fotossintética, baixo ponto de compensação de CO₂ e baixa taxa fotorrespiratória.

Para a massa seca produzida pelas folhas, observou-se a fase de crescimento mais intenso a partir dos 50 DAT, atingindo o máximo de acúmulo após o florescimento, ou seja, após 92 DAT, apresentando tendência de declínio a partir dos 99 DAT (Figura 2B). Para os colmos a estabilidade no acúmulo de massa seca ocorreu no final do período de avaliação aos 113 DAT.

Considerando a distribuição de porcentagem da massa seca da planta daninha ao longo do ciclo de crescimento, as raízes possuem índices de acúmulo superior a 60% da massa seca total em relação as demais partes da planta (Figura 3), indicando significativa alocação de fotoassimilados no sistema radicular. Em trabalho desenvolvido por Bianco et al. (2004), os autores verificaram na partição de fotoassimilados em *Rottboellia exaltata* que as raízes aos 21 DAT contribuíram com aproximadamente 60% da massa seca total, mas que esta partição foi reduzida com a prolongamento do ciclo da planta atingindo em média 40% no final do experimento, aos 133 DAT. Comportamento semelhante foi observado para *Digitaria insularis* (MACHADO et al. 2006) e *Brachiaria decumbens* (BIANCO et al. 2005). Esta partição diferenciada para *S. arundinaceum* favorecendo o sistema radicular constitui em importante estratégia de sobrevivência em condições adversas para o recrutamento de recursos no ambiente edáfico.

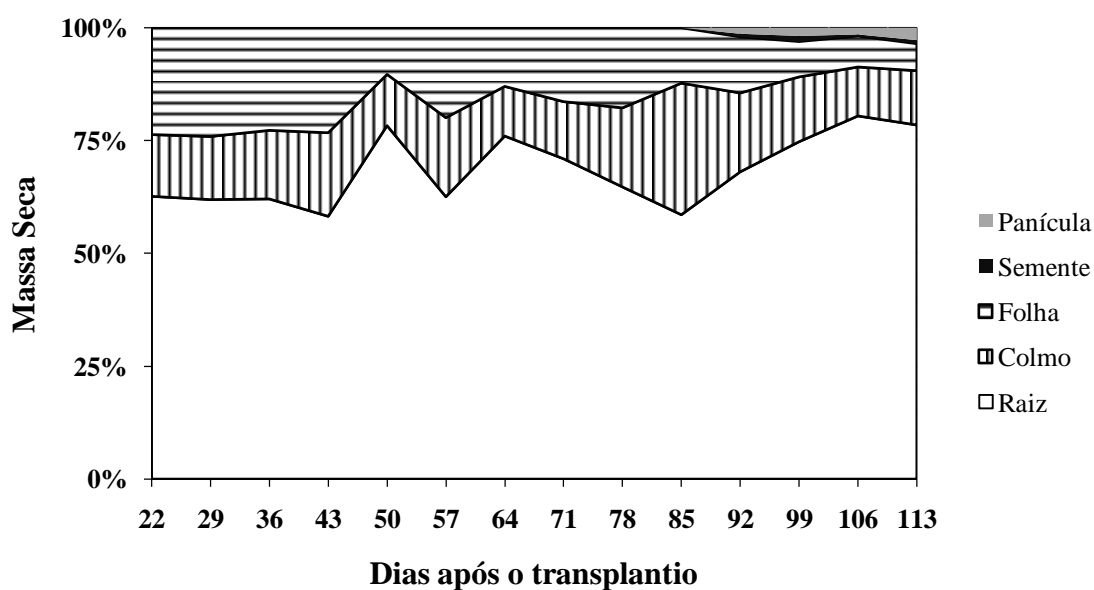


Figura 3: Distribuição percentual de massa seca nas diferentes partes de *Sorghum arundinaceum* ao longo de seu ciclo de crescimento.

Concernente a parte aérea, até aos 43 DAT houve maior participação média de folhas em relação aos colmos, na ordem de 23 a 17%, respectivamente; porém, é importante destacar que após o florescimento (aos 92 DAT), as folhas, principal órgão na produção de fotoassimilados, diminuiu sua participação, havendo aumento na alocação para as estruturas reprodutivas e raízes (Figura 3). A massa seca de panícula e semente obtiveram pequenos incrementos médios de 7,9 e 2,3%, respectivamente da massa seca total, aos 113DAT.

A área foliar do *S. arundinaceum* apresentou lento crescimento até 36 DAT, obtendo, em seguida, rápido aumento atingindo ponto máximo aos 87 DAT, com 876,89 cm²; contudo a partir desta data até o final do ensaio apresentou ligeiro declínio em decorrência da senescência foliar e formação das estruturas reprodutivas (Figura 4A). Observou-se para esta espécie que apesar do porte e acúmulo de massa seca elevados, a área foliar máxima obtida foi inferior a outras espécies de metabolismo C₄, como o capim-camalote e o capim-branco (CARVALHO et al. 2005a e b) capim-colonião (LAVRES JUNIOR & MONTEIRO, 2003) e o milho (SANGOI et al. 2007).

A taxa de crescimento relativo (TCR) é o aumento em gramas de massa seca por unidade de material presente num período de observação (AGUILERA et al. 2004); assim, qualquer incremento ao longo de determinado período estará diretamente relacionado à massa seca alcançada ao longo de um intervalo anterior. As maiores TCRs ocorreram no início do crescimento das plantas até aos 43 DAT, com consequente queda com o tempo após o transplante, atingindo o valor médio de 0,082 g g⁻¹ dia⁻¹ (Figura 4B). Em relação a outras espécies daninhas estes valores foram superiores aos encontrados por Machado et al. (2006) para *Digitaria insularis* (0,072 g g⁻¹ dia⁻¹), Gravena et al. (2002) para *Commelina benghalensis* (0,061 g g⁻¹ dia⁻¹), *Acanthospermum hispidum* (0,059 g g⁻¹ dia⁻¹) e *Hyptis suaveolens* (0,063 g g⁻¹ dia⁻¹). Segundo Benincasa (2003) com o aumento da massa seca acumulada pelas plantas, aumenta-se a necessidade de fotoassimilados para a manutenção das estruturas já formadas, permitindo que a quantidade de fotoassimilados disponível para o crescimento seja menor e, conseqüentemente, a TCR tende a decrescer com o tempo.

A área foliar específica (AFE) relaciona a área foliar e a massa da folha e *S. arundinaceum* apresentou valores maiores aos 22 DAT com 223,90 cm² g⁻¹ e valores decrescentes até o final do experimento, em que o menor valor encontrado foi de 32,21 cm² g⁻¹ (Figura 4C). A medida da AFE está associada com características que irão determinar o seu potencial de crescimento, sendo que o custo de construção das folhas

que possuem área foliar maior tende a ser baixo, já que possuem tecidos menos densos. Isso resulta em maior eficiência no uso de recursos, com menor investimento de energia na construção da unidade foliar (POORTER,1994). Comportamento semelhante, decrescente ao longo do ciclo de *S. arundinaceum*, foi observado para a razão de peso foliar (RPF) (Figura 4D) que representa o quanto a planta investiu de sua produção via fotossíntese para as folhas, demonstrando a diminuição da área fotossintética útil e menor participação das folhas na massa seca total. Resultados semelhantes foram observados em espécies daninhas e culturas (GRAVENA et al. 2002; MACHADO et al. 2006).

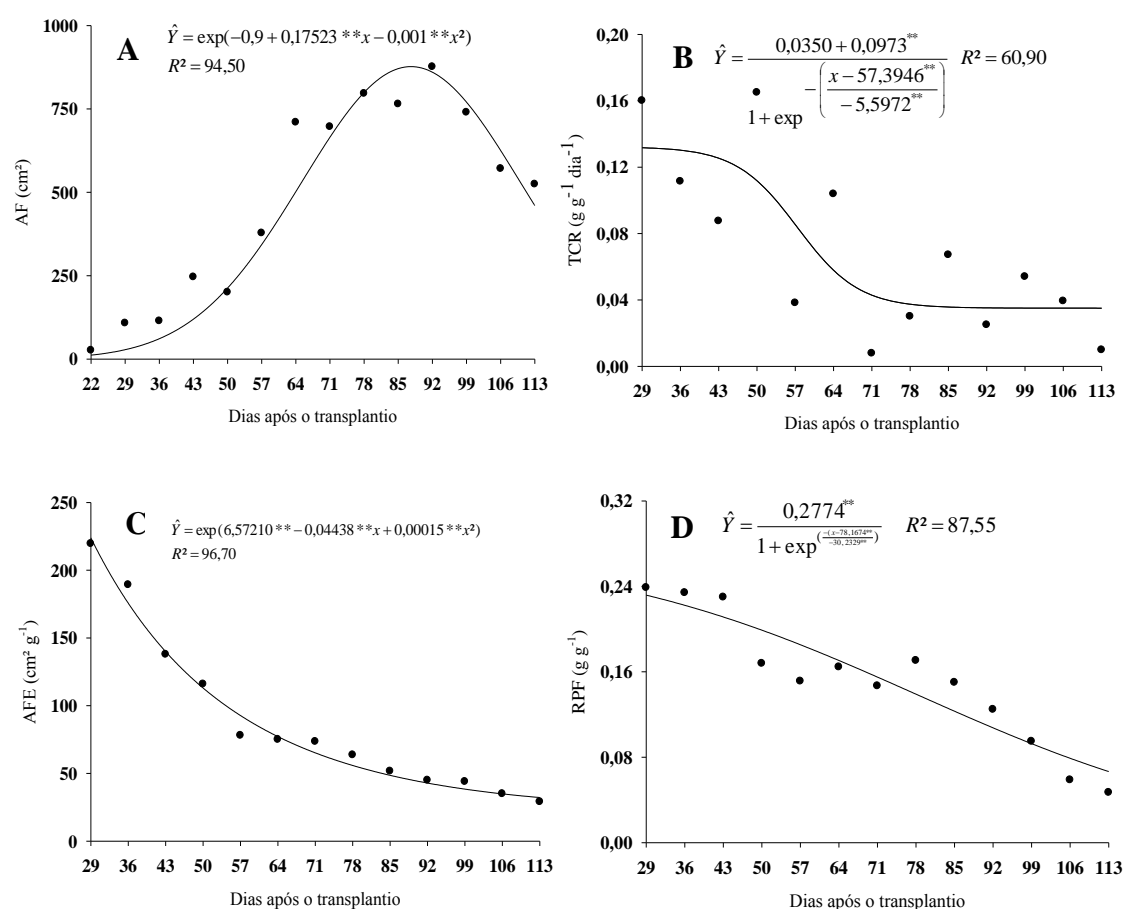


Figura 4: A- Área Foliar (AF); B- Taxa de Crescimento Relativo (TCR); C- Área Foliar Específica (AFE); e D- Razão de Peso Foliar (RPF) de *Sorghum arundinaceum* ao longo de seu ciclo de desenvolvimento.

De forma geral, observou-se para esta espécie, que apesar de possuir porte elevado, o seu crescimento inicial é lento, com alta produção de massa seca ao final do ciclo e com elevada capacidade de alocar fotoassimilados nas raízes.

Os resultados das trocas gasosas referentes às taxas fotossintética e transpiratória, condutância estomática, e relação entre a concentração interna e externa

de CO₂ nas diferentes fases fenológicas de *S. arundinaceum* estão apresentadas nas Figuras 5A, B, C e D, respectivamente. Não houve variação expressiva da taxa fotossintética (A) em todas as fases fenológicas avaliadas na planta daninha. No entanto, os valores encontrados ficaram próximos dos encontrados por Gonçalves et al. (2010) para a cana-de-açúcar (24 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e por Carvalho et al. (2009) para o milho (24 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), que são plantas de metabolismo C₄. Em plantas C₄ as maiores taxas de fotossíntese líquida se devem a capacidade de concentrar CO₂ no sítio da Rubisco, que reduz as perdas no processo fotorrespiratório e é elevado nas plantas C₃ (TAIZ e ZEIGER, 2013). Em trabalho desenvolvido por Ferreira et al. (2011) os pesquisadores avaliando a atividade fotossintética da soja no florescimento e das plantas daninhas *Brachiara decumbens* e *Bidens pilosa*, ambas de metabolismo C₄, durante a fase vegetativa, observaram que as plantas daninhas possuem atividade fotossintética semelhantes entre 10,5 a 11 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, e diferentemente da soja que apresentou taxa fotossintética em torno de 9,4 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$; todavia, todos possuem valores inferiores ao *S. arundinaceum*, que apresentou resultados variando de 20,33 à 21,87 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Figura 5A).

Para taxa transpiratória (E) houve comportamento diferenciado entre as fases fenológicas da planta daninha *S. arundinaceum*, sendo que na fase de crescimento vegetativo o valor de E foi de 2,69 $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, enquanto no florescimento e maturação foram de 1,62 e 4,23 $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente (Figura 5B). Gonçalves et al. (2010) trabalhando com cana-de-açúcar observou valores E de 4,5 $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, semelhante ao observado para *S. arundinaceum* na fase de maturação, com valor de 4,23 $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Comportamento semelhante a E foi observado para a condutância estomática (g_s) nas diferentes fases fenológicas de *S. arundinaceum* (Figura 5C), as quais também se assemelham com resultados encontrados na literatura para cana-de-açúcar (MACHADO et al. 2009; GONÇALVES et al. 2010), milho (MAGALHÃES et al. 2009) e se apresenta superior ao encontrado para a cultura do arroz (CONCENÇO et al. 2009). A condutância é proporcional ao número, tamanho dos estômatos e diâmetro da abertura destes das quais dependem de fatores inerentes ao genótipo e ao ambiente (BRODRIBB & HOLBROOK, 2003). Nas avaliações a relação Ci/Ca no *S. arundinaceum* não variou de forma significativa ao longo dos dias de avaliação (Figura 5D), oscilando entre 0,333 a 0,377.

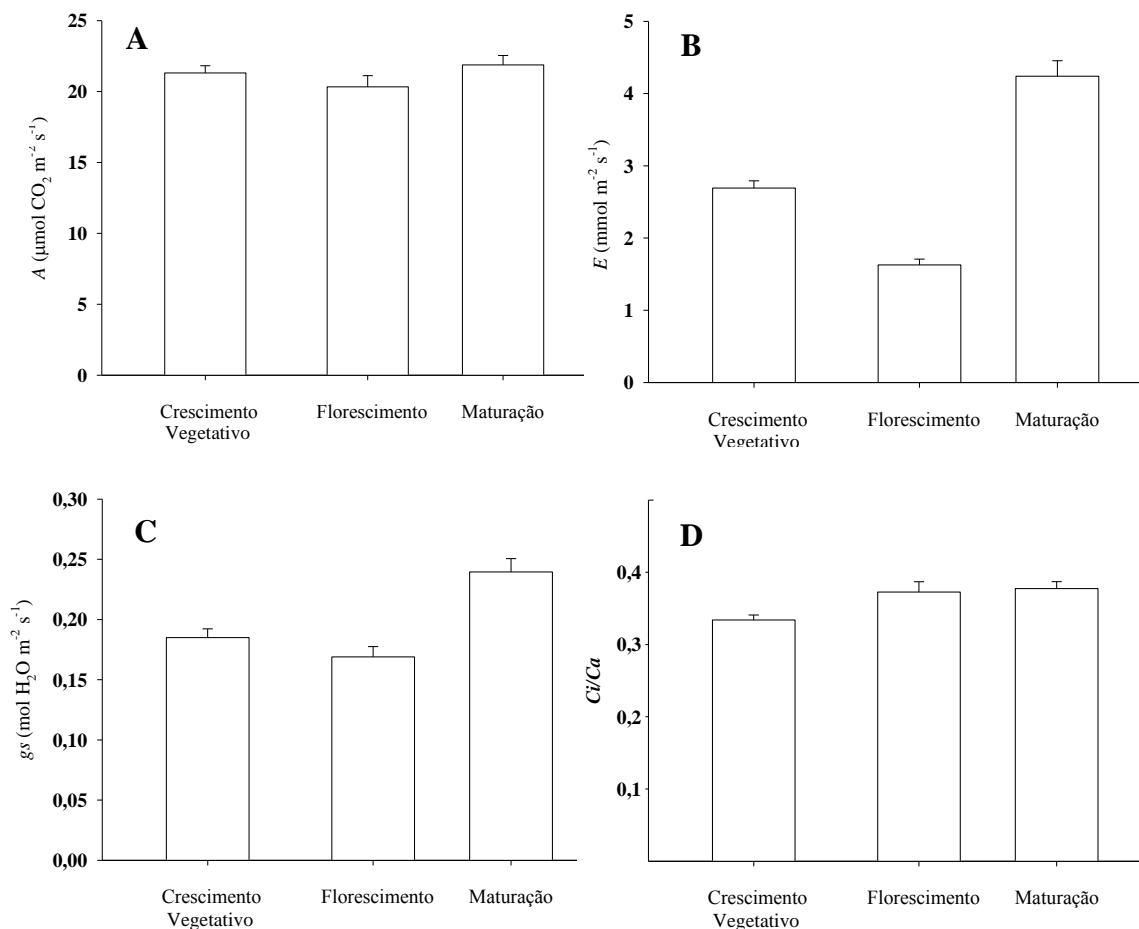


Figura 5: A- Taxa fotossintética (A); B- Taxa transpiratória (E); C- Condutância estomática (g_s); e D- relação C_i/C_a em plantas de *Sorghum arundinaceum* no crescimento vegetativo, florescimento e maturação.

A medida da fluorescência da clorofila é a técnica empregada para investigar a capacidade fotossintética da planta. De acordo com Bolh ar-Nordenkampf et al. (1989) o rendimento da fluorescência da clorofila a revela o nível de excita o da energia no sistema de pigmentos que dirige a fotossíntese e fornece subsídios para estimar a inibi o ou o dano no processo de transferência de elétrons do fotossistema II, e quando a planta está com seu aparelho fotossintético intacto, a razão F_v/F_m varia entre 0,75 e 0,85.

Para o *S. arundinaceum* os valores médios em todas as fases fenológicas não diferiram e permaneceram em 0,79 (Figura 6A), denotando que não houve dano fotoinibit rio nos centros de rea o do PSII.

Para o rendimento quântico efetivo do FS II ($\Delta F/F_m'$) e a ETR houve um comportamento semelhante manifestado pelo aumento dessas variáveis no florescimento do *S. arundinaceum*, em rela o as demais fases fenológicas (Figura 6B e

6C). Segundo Lu et al. (2003) a redução nos valores de $\Delta F/F_m'$ reflete na diminuição da eficiência de captura de energia de excitação pelos centros de reações do FS II, corroborando com as observações dos menores valores de ETR encontrados na fase de crescimento vegetativo e na maturação do *S. arundinaceum*. Já para o NPQ foram observados, na fase de maturação, maiores valores em relação as demais fases fenológicas (Figura 6D), indicando que as plantas estão dissipando mais energia na forma de calor (Figura 5B). Tal comportamento na fase de maturação de *S. arundinaceum* pode estar associado a senescência foliar.

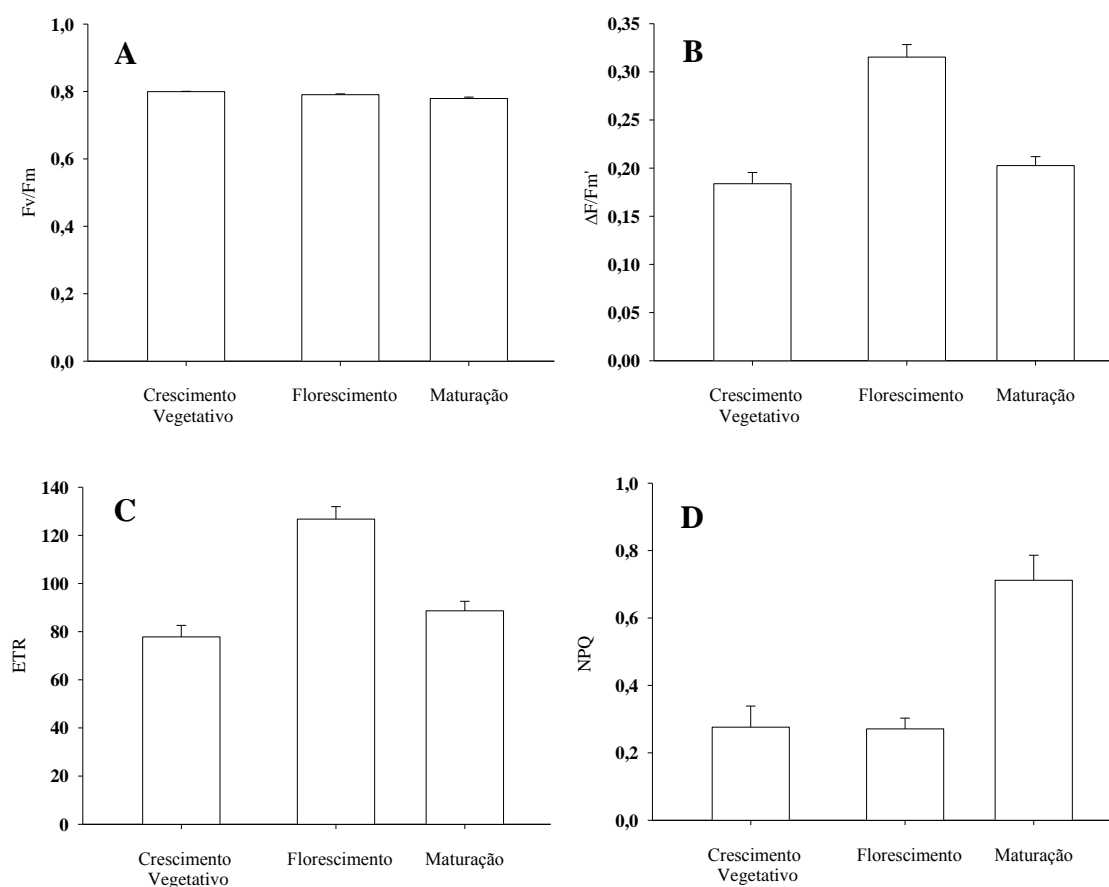


Figura 6: A- Rendimento quântico máximo do FS II (F_v/F_m); B- rendimento quântico efetivo do FS II ($\Delta F/F_m'$); C- taxa de transporte de elétrons (ETR); e D- coeficiente de dissipação não fotoquímica (NPQ).

4.4 CONCLUSÕES

O *S. arundinaceum* possui porte elevado, crescimento inicial lento, contudo com elevada produção de massa seca no final de ciclo. A maior parte da massa seca está alocada nas raízes.

O *S. arundinaceum* possui valores de área foliar específica, taxa de crescimento relativo e razão de peso foliar semelhante ao de outras gramíneas C₄ encontradas na literatura.

A taxa fotossintética e o rendimento quântico máximo do FS II do *Sorghum arundinaceum* são semelhantes durante o ciclo da planta.

Na maturação o *S. arundinaceum* possuiu maiores valores de taxa transpiratória, condutância estomática e coeficiente de dissipação não fotoquímico.

S. arundinaceum possui rendimento quântico efetivo do FS II e maior valor de taxa de transporte de elétrons no período de florescimento.

4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILERA, D. B.; FERREIRA, F. A.; CECON, P. R. Crescimento de *Siegesbeckia orientalis* sob diferentes condições de luminosidade. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 43-51, 2004.

AUMONDE, T. Z.; PEDÓ, T.; MARTINAZZO, E. G.; MORAES, D. M.; VILLELA, F. A.; LOPES, N. F. Análise de crescimento e partição de assimilados em plantas de maria-pretinha submetidas a níveis de sombreamento. **Planta Daninha**, v. 31, n. 1, p. 99-108, 2013.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas, noções básicas**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 41 p., 2003.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 42p., 1988.

BIANCO, S.; BARBOSA Jr., A. F.; PITTELI, R. A. Crescimento e nutrição mineral de capim-camalote. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 375-380, 2004.

BIANCO, S.; TONHÃO, M. A. R.; PITELLI, R. A. Crescimento e nutrição mineral de capim-braquiária. **Planta Daninha**, v. 23, n. 3, p. 423-428, 2005.

BILGER, W., BJÖRKMAN, O. Role of xanthophyll cycle in photoprotection elucidated by measurements of light induced absorbance changes, fluorescence and photosynthesis in leaves of *Hedera canariensis*. **Photosynthesis Research**, v. 25, n. 3, p. 73-185, 1990.

BILGER, W.; SCHEREIBER, U.; BOCK, M. Determination of the quantum efficiency of photosystem II and of non-photochemical quenching of chlorophyll fluorescence. **Oecologia**, v. 102, n. 4, p. 425-432, 1995.

BOLHÀR-NORDENKAMPF, H. R.; LONG, S. P., BAKER, N. R. Chlorophyll fluorescence as probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: a review of current instrument. **Functional Ecology**, v. 3, p. 497-514, 1989.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 395p. 2009.

BRODRIBB, T. J.; HOLBROOK, N. M. Stomatal closure during leaf dehydration, correlation with other leaf physiological traits. **Plant Physiology**, v. 132, n. 4, p. 2166-2173, 2003.

CARVALHO, C. M. de; LACERDA, C. F.; VIEIRA, M. R.; RODRIGUES, C. F.; AMÉRICO, J. G.; NEVES, A. L. R. Comportamento ecofisiológico das culturas de milho e feijão-de-corda sob diferentes condições de cultivo. **Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia** v. 2, n. 2 Maio- Agosto, 2009.

CARVALHO, S. J. C.; MOREIRA, M. S.; NICOLAI, M.; OVEJERO, R. M. L.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; MEDEIROS, D. Crescimento e desenvolvimento da planta daninha capim-camalote. **Bragantia**, v. 64, n. 4, p. 591-600, 2005a.

CARVALHO, S. J. P.; PEREIRA SILVA, R. F.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Crescimento, desenvolvimento e produção de sementes da planta daninha capim-branco (*Chloris polydactyla*). **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 603-609, 2005b.

CASTRO, G. S. A.; CRUSCIOL, C. A. C.; NEGRISOLI, E.; PERIM, L. Sistemas de produção de grãos e incidência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 29, p. 1001-1010, 2011. Número Especial.

CHRISTOFFOLETI, P. J. Análise comparativa do crescimento de biótipos de picão-preto (*Bidens pilosa*) resistente e susceptível aos herbicidas inibidores de ALS. **Planta Daninha**, v. 19, n. 1, p. 75-84, 2001.

CONCENÇO, G.; FERREIRA, E. A.; ASPIAZU, I.; SILVA, A. F.; GALON, L.; FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A.; ANDRES, A. Uso da água por plantas de arroz em competição com biótipos de *Echinochloa crusgalli* resistente e suscetível ao herbicida quinclorac. **Planta Daninha**, v. 27, n. 2, p. 249-256, 2009.

EHLERINGER, J. Leaf absorptances of Mohave and Sonoran desert plants: **Oecologia**. v. 102, p. 366-370, 1981.

FERREIRA, E. A.; ASPIAZÚ, I.; GALON, L.; CONCENÇO, G.; SILVA, A. F.; REIS, L. A. C. Características fisiológicas da soja em relação a espécies de plantas daninhas. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas** v. 5, n. 1, p. 39, 2011.

GENTY, B.; BRIANTAIS, J. M.; BAKER, N. R. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 990, p. 87-92, 1989.

GONÇALVES, E. R.; FERREIRA, V. M.; SILVA, J. V.; ENDRES, L.; BARBOSA, T. P., DUARTE, W. de G. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila *a* em variedades de cana-de-açúcar submetidas à deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 4, p. 378–386, 2010.

GRAVENA, R. et al. Análise de crescimento de *Hyptis suaveolens*. **Planta Daninha**, v. 20, n. 2, p. 189-196, 2002.

GRIEU, P.; LUCERO, D. W.; ARDIANI, R.; EHLERINGER, J. R. The mean depth of soil water uptake by two temperate grassland species over time subjected to mild soil water deficit and competitive association. **Plant and Soil**, v. 230, p. 197-209, 2001.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. J. **The water culture method of growing plants without soil**. Berkeley: University of California, 31 p. (Circular, 347), 1950.

HUNT, R. **Basic growth analysis: plant growth analysis for beginners**. London: Unwin Hyman, 112p. 1990.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; SILVA, A. F.; SILVA, L. L.; FERREIRA, L. R.; VIVIAN, R. Efeitos de herbicidas no controle de plantas daninhas, crescimento e produção de milho e *Brachiariabrizanthaem* consórcio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, n. 1, p. 53-60, 2006.

LAISK, A.; LORETO, F. Determining photosynthetic parameters from leaf CO₂ exchange and chlorophyll fluorescence. **Plant Physiology**, v. 110, n. 3, p. 903-912, 1996.

LAVRES, J. JR., J; MONTEIRO, F. A. Perfilhamento, área foliar e sistema radicular do capim-mombaça submetido a combinações de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1068-1075, 2003.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 4ª edição. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 384p., 2008.

LU, C., WANG, B., ZHANG, J. Salinity treatment shows no effects on photosystem II photochemistry, but increases the resistance of photosystem II to heat stress in halophyte *Suaeda salsa*. **Journal of Experimental Botany**, v. 54, p. 851-860. 2003.

MACHADO, R. S.; RIBEIRO, R. V.; MARCHIORI, P. E. R.; MACHADO, D. F. S. P.; MACHADO, E. C.; LANDELL, M. G. A. Respostas biométricas e fisiológicas ao déficit hídrico em cana-de-açúcar em diferentes fases fenológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 12, p. 1575-1582, dez. 2009.

MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; FIALHO, C. M. T.; TUFFI SANTOS, L. D.; MACHADO, M. S. **Análise de crescimento de *Digitaria insularis***. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v. 24, n. 4, p. 641-647, 2006.

MAGALHÃES, P. C.; SOUZA, T. C. de; ALBUQUERQUE, P. E. P. de; KARAM, D.; MAGALHÃES, M. M.; CANTÃO, F. R. de OLIVEIRA. Caracterização ecofisiológica de linhagens de milho submetidas a baixa disponibilidade hídrica durante o florescimento. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 8, n. 3, p. 223-232, 2009.

MATOS, D. M. S.; PIVELLO, V. R. O impacto das plantas invasoras nos recursos naturais de ambientes terrestres – alguns casos brasileiros. **Ciência e Cultura**. v. 61, n. 1, São Paulo, 2009.

MYERS, C. V.; ANDEERSON, R. C. Seasonal variation in photosynthetic rates influences success of an invasive plant, garlic mustard (*Alliaria petiolata*). **America Midland Naturalist**, v. 150, n. 2, p. 231-245, 2003.

PEDRINHO JUNIOR, A. A. F.; BIANCO, S.; PITELLI, R. A. Acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de *Glycine max* e *Richardia brasiliensis*. **Planta Daninha**, v. 22, n. 1, p. 53-61, 2004.

POORTER, H. **Construction costs and payback time of biomass**: a whole plant perspective. In: ROY, J. & GARNIER, E. eds., A whole plant perspective on carbon-nitrogen interactions, p.11-127. SPB, The Hague. 1994.

RADFORD, P. J. Growth analysis formula. Their use and abuse. **Crop Science**, Chicago, v. 7, n. 3, p. 171-175, 1967.

RASCHER, U.; LIEBIG, M.; LÜTTGE, U. Evaluation of instant lightresponse curves of chlorophyll fluorescence parameters obtained with a portable chlorophyll fluorometer on site in the field. **Plant Cell Environ**, v. 23, p. 1397-1405, 2000.

REZENDE, B. M. P.; TAVARES, C. J.; MARANGONI, R. E.; CUNHA, P. C. R.; JAKELAITIS, A. Efeito do fomesafen + fluazifop-p-butyl associados com inseticidas no controle das plantas daninhas na cultura da soja. **Agrária**, v. 7, n. 4, p. 608-613, 2012.

SANGOI, L.; SCHMITT, A.; ZANIN, C.G. Área foliar e rendimento de grãos de híbridos de milho em diferentes populações de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 6, n. 3, p. 263-271, 2007.

SILVA, L. C.; BELTRÃO, E. M.; AMORIM NETO, M. S. **Análise de crescimento de comunidades vegetais**. Circular técnica n. 34, 47 p., 2000.

SILVA, A. A.; JAKELAITIS, A.; FERREIRA, L. R. Manejo de plantas daninhas no sistema integrado agricultura-pecuária. In: ZAMBOLIM, L.; SILVA, A. A.; AGNES, E. L. (Ed.). **Manejo integrado**: integração lavoura-pecuária. Viçosa – MG: UFV, p.117-170, 2004.

SILVA, A. A.; SILVA, F. J. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. UFV, Viçosa, Brasil, 367p., 2007.

SILVA, M. M. P. da; VASQUEZ, H. M; SMITH, R. B.; SILVA, J. F. CO. da; ERBESDOBLER, E. D'A.; JÚNIOR, P. S. C. de A. Eficiência fotoquímica de gramíneas forrageiras tropicais submetidas à deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 67-74, 2006.

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5ed, Artmed, Porto Alegre, Brasil. 918p., 2013.

TAVARES, C. J.; JAKELAITIS, A.; REZENDE, B. M. P.; CUNHA, P. C. R. Fitossociologia de plantas daninhas na cultura do feijão. **Agrária**, v. 8, n. 1, p. 27-32, 2013.

VAN KOOTEN, O.; SNEL, J. F. H. The use of chlorophyll fluorescence nomenclature in plant stress physiology. **Photosynthesis Research**, v. 25, p. 147-150, 1990.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M. Competição entre espécies de plantas – uma revisão. **Revista da FZVA**, v. 11, n. 1, p. 10-30. 2004.

5. CONCLUSÃO GERAL

Sementes de *Sorghum arundinaceum* apresentam características biométricas homogêneas e padrão trifásico de germinação. Suas sementes são fotoblásticas positivas, com dormência acentuada, que pode ser interrompida com ácido giberélico (GA₃) na concentração de 500 e 1000 mg L⁻¹. Além do ácido giberélico, as condições de temperaturas altas e baixas favorecem a germinação.

O crescimento inicial da planta é lento, com expressivo acúmulo de massa seca a partir de metade do ciclo da planta e partição significativa desta massa para o sistema radicular. Também possui porte alto e características fisiológicas e de crescimento a outras gramíneas de metabolismo C₄, conferindo a esta planta daninha alta capacidade competitiva quando estabelecida em ambientes quentes, ensolarados e úmidos.

Maior taxa transpiratória, condutância estomática e coeficiente de dissipação não fotoquímico são observados na fase de maturação, enquanto maiores valores de rendimento quântico efetivo do fotossistema II e da taxa de transporte de elétrons na fase de florescimento.