



**MINISTERIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISILOGIA VEGETAL**

**CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE ANGIQUINHO
(*Aeschynomene* spp.)**

CAROLINE LEIVAS MORAES

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Pelotas, sob a orientação do Prof. Dr. Nei Fernandes Lopes, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, para a obtenção do título de Mestre em Ciências (M.S.).

PELOTAS
Rio Grande do Sul - Brasil
Setembro de 2007

CAROLINE LEIVAS MORAES

**CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE ANGIQUINHO
(*Aeschynomene* spp.)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Pelotas, sob a orientação do Prof. Nei Fernandes Lopes, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, para a obtenção do título de Mestre em Ciências (M.S.).

Prof. Dr. Flávio Gilberto Herter

Prof. Dr. Dario Munt de Moraes

(Co-orientador)

Prof. Dr. Nei Fernandes Lopes

(Orientador)

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me acompanhou e deu forças para vencer os obstáculos durante a realização do curso.

À Universidade Federal de Pelotas pela oportunidade de participar do Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal.

Ao CNPq pelo auxílio financeiro oferecido durante o curso.

Ao professor Doutor Nei Fernandes Lopes pela valiosa e dedicada orientação, pela sua amizade, paciência, apoio e confiança e, acima de tudo, agradeço pela aceitação e compreensão da minha ausência, principalmente no período próximo a conclusão do curso.

Ao Professor Doutor Dario Munt de Moraes pela co-orientação, apoio e auxílio prestado no desenvolvimento deste trabalho.

As minhas colegas e amigas Patrícia Marini e Tatiana Löwe, sem as quais a realização deste trabalho não teria sido possível. Agradeço, pelo companheirismo, apoio, paciência e compreensão nos períodos difíceis e também pelos excelentes momentos compartilhados.

As colegas Cristina Rodrigues Mendes e Maria da Graça de Souza Lima, pelo carinho e pela amizade conquistada durante o curso e, sobretudo, pela ajuda e conhecimentos transmitidos.

A Professora Doutora Claudete Miranda Abreu, pela sua amizade, pelo apoio e auxílio dedicados.

Aos funcionários do Laboratório de Sementes, em especial à Luiza e Rudinei pela amizade, apoio técnico incondicional e agradável convívio durante o trabalho.

À minha família, pelo apoio, incentivo e dedicação, por minha formação, e por estarem sempre do meu lado.

Em especial, ao meu namorado Cássio Brauner, que esteve presente em todos os momentos, principalmente nos mais difíceis, se mostrando sempre disposto a ajudar. Agradeço todo carinho, paciência e todo tempo a mim dedicado e que espero poder retribuir.

Aos demais colegas do curso de pós-graduação pelos anos de convivência.

ÍNDICE

	Página
SUMÁRIO.....	vii
SUMMARY.....	ix
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
CAPÍTULO 1 - CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ANGIQUINHO (<i>Aeschynomene</i> spp.).....	7
MATERIAL E MÉTODOS.....	9
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
CONCLUSÕES.....	16
CAPÍTULO 2 - ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE PLANTAS DE ANGIQUINHO (<i>Aeschynomene</i> spp.).....	17
MATERIAL E MÉTODOS.....	20

RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
CONCLUSÕES.....	34
CAPÍTULO 3 - PARTIÇÃO DA MATÉRIA SECA EM PLANTAS DE ANGIQUINHO (<i>Aeschynomene</i> spp.).....	35
MATERIAL E MÉTODOS.....	38
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
CONCLUSÕES	50
CONCLUSÃO GERAL.....	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

SUMÁRIO

MORAES, CAROLINE LEIVAS, M.S, Universidade Federal de Pelotas, setembro de 2007. **Crescimento e desenvolvimento de angiquinho (*Aeschynomene* spp.)**. Orientador: Prof. Dr. Nei Fernandes Lopes, co-orientador: Prof. Dr. Dario Munt de Moraes.

As plantas daninhas interferem negativamente no desenvolvimento e na produtividade da cultura do arroz (*Oryza sativa* L.). Objetivando determinar o crescimento e desenvolvimento, a capacidade reprodutiva da planta daninha angiquinho (*Aeschynomene* spp.), a qualidade fisiológica das sementes, as características morfológicas e a distribuição de matéria seca entre os órgãos, foram realizadas três atividades de pesquisa, conduzidas em laboratório e casa-de-vegetação. As porcentagens de germinação e primeira contagem foram de 89%, no oitavo dia de germinação, e de 74%, no quinto dia após a semeadura, respectivamente. O índice de velocidade de germinação apresentou valor médio de 17,6 também no oitavo dia, enquanto a porcentagem de emergência e o valor médio do índice de velocidade de emergência foram de 83% e 3,2 ,

respectivamente. A taxa máxima de produção de matéria seca foi de $41,15 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ atingida aos 49 Dias após a emergência (DAE). O índice de área foliar máximo foi de $3,43 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ alcançado aos 56 DAE. A taxa de crescimento relativo, razão de área foliar e razão de massa foliar decresceram com a ontogenia da planta. Por outro lado, a taxa assimilatória líquida aumentou gradativamente até aos 49 DAE, atingindo seu máximo de $16,12 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, apresentando um segundo pico aos 70 DAE com valor de $15,4 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ e finalmente um decréscimo acentuado aos 73 DAE. Em relação à distribuição dos fotoassimilados, inicialmente, os drenos metabólicos preferenciais, foram as folhas, raízes e caules e posteriormente com o aparecimento das vagens, estas se tornaram os drenos metabólicos preferenciais de forma definitiva e irreversível, provocando reduções no acúmulo de matéria seca das folhas a partir dos 56 DAE, do caule aos 77 DAE e das raízes apenas aos 84 DAE, mas sempre com valores positivos até a colheita final.

SUMMARY

MORAES, CAROLINE LEIVAS, M.S, Universidade Federal de Pelotas. **Growth and development of angiquinho (*Aeschynomene* spp.)**. Advisor: Prof. Dr. Nei Fernandes Lopes, comitee: Prof. Dr. Dario Munt de Moraes.

Weeds interfered negatively on development and crop productivity of rice (*Oryza sativa* L.). In order to determine growth and development, reproductive capacity of angiquinho (*Aeschynomene* spp.) weeds, the physiological quality of seeds, morphological characteristics and dry matter partition among organs were conducted several assays. The germination percentage and first account were of 89% at eighth day of germination, and of 74% at fifth day after sowed, respectively. The germination speed index was 17,6 at eighth day, while emergence percentage and emergence speed index were of 83% and 3,2, respectively. The maximum crop growth rate was 41,15 g m⁻² d⁻¹ attained on 49 days after emergence (DAE). The maximum leaf area index was 3,43 m² m⁻² obtained on 56 DAE. The relative growth rate, leaf area ratio and leaf mass ratio decreased with plant ontogeny. On the other hand, the assimilatory leaf rate increased gradually until the 49 DAE with

value of $16,12 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, showing a second pick on 70 DAE with value of $15,4 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, and finally decreasing accentuality after 73 DAE. The partition of fotoassimilates was sequential among organs. Initially, the preferential metabolic sinks were leaves, roots and stems and a posteriori with appearance of legumes these became preferential metabolic sink of definitive and irreversible, provoking a reduction on accumulate of dry matter of leaves after 56 DAE, stems next 77 DAE and roots behind 84 DAE, but always with positive values until the final harvest.

INTRODUÇÃO GERAL

O arroz (*Oryza sativa* L.) constitui a base da alimentação de aproximadamente 40% da população mundial, sendo cultivado em mais de uma centena de países (Pereira, 1973; Pinzan, 1997). Este cereal, como grão, é exclusivamente consumido pelo ser humano. Cerca de 90% da produção mundial de arroz é consumido na Ásia, onde esta cultura constitui dieta base e a principal fonte de carboidratos, proteínas, lipídeos e minerais. A matéria verde é também uma importante ração animal em muitos países (Khush, 1977; Rouhi, 1997; OECD, 1999). No Brasil é responsável por cerca de 12% das proteínas e 185 das calorias consumidas pelo brasileiro (CONAB, 2004).

Com o rápido crescimento populacional há a necessidade de um incremento dos atuais níveis de produtividade de arroz para satisfazer os cerca de 8,9 bilhões de pessoas no planeta estimadas para 2010 (Tanksley & Mccouch, 1997).

Esta espécie é considerada uma planta semi-aquática, podendo ser cultivada tanto em condições de solo submerso, como em solos drenados (Gomes & Azambuja, 2003).

No Brasil, cerca de 1,3 milhões de hectares são cultivados com arroz irrigado, sendo que cerca de um milhão encontram-se no Rio Grande do Sul (Gomes et al., 2002), onde o sistema de cultivo predominante é a semeadura em solo drenado, seguido pela inundação 20-30 dias após a emergência do arroz. Na totalidade da área cultivada em Santa Catarina (130 mil ha) e aproximadamente em 110 mil hectares do Rio Grande do Sul é utilizado o sistema pré-germinado, no qual a inundação da área inicia-se já na fase de preparo do solo (Instituto CEPA, 2002; IRGA, 2001 e 2002). Nos últimos 30 anos, a produtividade passou de 3,8 para mais de 5 t há⁻¹ (Azambuja et al., 2004).

O ecossistema de terras altas desempenhou um papel de grande relevância na produção de arroz sob o sistema de cultivo de sequeiro, nas décadas de 60 a 80, em que a cultura chegou a ocupar 4,5 milhões de hectares. Devido à sua rusticidade e adaptação a solos ácidos, foi uma alternativa altamente satisfatória para o desbravamento dos cerrados. Entretanto, desde a década de 80 a área sob a cultura no sistema de sequeiro vem decrescendo, devido a fatores ecológicos e econômicos, atingindo menos de 2 milhões de hectares na safra 98/99. Porém, ao contrário do que se verifica nos demais países produtores de arroz, este sistema de cultivo ainda é o mais utilizado no Brasil, ocupando 65% da área total cultivada, e participando com 40% da produção nacional (Gomes & Azambuja, 2003).

Assim como ocorre com as demais culturas, o arroz está sujeito a uma série de fatores ambientais o que, direta ou indiretamente, influenciam o seu rendimento. De acordo com Oerke (1994), ensaios em todo mundo mostram que prejuízos devido à competição de plantas daninhas na cultura de arroz são muito altos e os índices apontaram para 15-20% de perdas no mundo e cerca de 30% no Brasil. Este índice é particularmente maior no Brasil devido ao controle pouco adequado das plantas daninhas realizado por muitos produtores. Isto as torna responsáveis pelos maiores problemas agrônômicos da cultura, especialmente devido à interferência que provocam no arroz, reduzindo a produtividade de grãos,

além de outros efeitos que causam ao sistema produtivo deste cereal. Segundo Amaral (1995), estes problemas limitam a obtenção do máximo potencial produtivo das lavouras de arroz irrigado.

Logo, a competição e/ou interferência originada pela presença de plantas daninhas nas lavouras normalmente resulta em prejuízos qualitativos e quantitativos à produção agrícola (Durigan et al., 1983; Pitteli & Durigan, 1984; Fleck et al., 1989).

As plantas daninhas possuem cerca de 23 espécies de plantas monocotiledôneas e 11 dicotiledôneas relacionadas como principais infestantes dos agroecossistemas de arroz irrigado, de várzea úmida e terras altas. Elas exercem um período crítico de competição com as plantas de arroz quando estas têm de 15 a 45 dias de idade (Silveira Filho et al., 1984; Cobucci, 1998; Cobucci & Noldin, 1999).

O balanço competitivo entre as comunidades infestantes e as culturas agrícolas depende de fatores relacionados à própria comunidade infestante (composição específica, densidade e distribuição), à cultura (espécie ou variedade, espaçamento e densidade de plantio), bem como à extensão do período de convivência, podendo esses fatores ser alterados pelas condições edafoclimáticas e pelos tratos culturais (Pitteli, 1985).

O sistema de cultivo de arroz irrigado propicia um habitat especial para a infestação de plantas daninhas. Durante alguns meses da estação quente do ano, além da temperatura e luminosidade adequadas ao crescimento vegetal, somam-se os efeitos da umidade do solo e da adição de nutrientes. Em níveis satisfatórios dos recursos do ambiente, o estabelecimento e o crescimento de plantas daninhas são muito favorecidos (Fleck, 2000). Logo, por concorrerem com as plantas de arroz por luz, água e nutrientes, as plantas daninhas constituem um dos principais fatores limitantes da produtividade nas lavouras de arroz irrigado do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (Andres & Machado, 2004). Além disso, estas plantas também interferem nas culturas por abrigarem insetos, patógenos de doenças e nematóides, dificultando ou inviabilizando a sua colheita.

Por outro lado, as plantas daninhas não reduzem apenas o rendimento e a qualidade do arroz. Dependendo da espécie e densidade em que ocorrem, elas podem ocasionar graves problemas no processo de colheita, sendo que em áreas infestadas com *Aeschynomene rudis* Benth., as máquinas são obrigadas a realizar inúmeras paradas para a limpeza das barras e sistema de alimentação devido a obstrução que essas plantas causam, provocando também quebras constantes e redução da durabilidade e da capacidade operacional das colheitas. Dentro deste contexto, o controle adequado e oportuno das plantas daninhas destaca-se como um dos fatores que mais contribuem para aumentar o rendimento na cultura do arroz (De Datta & Herdt, 1983; Embrapa, 1992).

O gênero *Aeschynomene* sp. Pertence ao grupo das fabaceae e possui de um total aproximado de 160 espécies no mundo, sendo que 84 espécies distribuem-se pelo continente americano, com absoluta predominância na região neotrópica, ocorrendo no Brasil 52 espécies (Fernandes, 1996). As espécies que infestam lavouras de arroz irrigado são genericamente conhecidas como: angiquinho, corticeirinha, pinheirinho, maricazinho e paquinha. São plantas hidrófilas, ocorrendo em baixadas úmidas, constituindo problemas em lavouras de várzeas ou irrigadas por inundação, especialmente lavouras de arroz (Kissmann & Groth, 1999).

As espécies de *Aeschynomene* apresentam pouca importância econômica positiva, contribuindo apenas para a fixação do nitrogênio ao solo, sendo este um fato comum entre as fabaceae, graças ao desenvolvimento de nódulos nas raízes, e embora algumas espécies formem em geral, populações densas, não apresentam valor forrageiro, devido à sua reduzida biomassa. As folhas e sementes têm algum valor nutritivo para animais, mas como a planta ocorre dentro de áreas inundadas, esse uso não é comum (Kissmann & Groth, 1999). Por outro lado, foi verificado que sementes de *Aeschynomene* sp., presentes nos resíduos de beneficiamento de arroz, têm causado intoxicações quando consumidas como rações pelos animais (Kissmann & Groth, 1999).

No ambiente agrícola as plantas de *Aeschynomene* sp. são consideradas invasoras, principalmente nas regiões produtoras de arroz irrigado, ocorrendo no

interior dos quadros, nas taipas e nos canais. Por ser uma planta vigorosa, mesmo quando presente em baixas infestações, é muito prejudicial à cultura do arroz, pois além de competir pelos fatores de produção, dificulta muito a colheita mecânica. As sementes dessa espécie, por serem de coloração escura, quando em mistura com o arroz, depreciam a qualidade e conseqüentemente, o valor comercial do produto final (Andrade, 1986). Isto faz com que empresas beneficiadoras sejam obrigadas a instalar custosos equipamentos com selecionadores eletrônicos, para eliminar as sementes de *Aeschynomene* sp. dos lotes de sementes ou do arroz beneficiado, onerando o processo (Kissmann & Groth, 1999).

As folhas de *Aeschynomene rudis* Benth. são do tipo sensitiva podendo influir na eficiência dos herbicidas de pós-emergência, pois se aplicados no momento em que as folhas estão fechadas, a superfície de exposição à calda diminui muito, prejudicando a absorção (Kissmann & Groth, 1999).

As espécies de *Aeschynomene* sp. possuem maior germinação e emergência quando o solo encontra-se na capacidade de campo do que na presença de lâmina d' água. Logo, o sistema de várzea úmida, por permanecer longos períodos com o solo na capacidade de campo, favorece muito o aparecimento e disseminação dessa espécie de planta daninha (Eberhardt et al., 1997).

Uma das maiores limitações que tornam ineficiente um programa de manejo integrado é a carência de conhecimentos básicos sobre a biologia e ecologia das plantas daninhas, destacando-se os padrões de crescimento, as exigências nutricionais e as respostas às alterações do ambiente, entre outros. A investigação básica pode prover informações necessárias sobre as razões da presença das plantas daninhas, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias adequadas para seu controle (Fernandez, 1982).

Além disso, o entendimento da germinação das sementes de espécies de plantas daninhas em relação a fatores ambientais representa importante papel na interpretação do comportamento ecológico das espécies no campo, ao mesmo tempo que possibilita o desenvolvimento de estratégias de redução do potencial do banco de sementes nas áreas cultivadas (Souza Filho et al., 2001).

O vigor também afeta diretamente a performance de sementes para regenerar a cultura, podendo influenciar muitos aspectos de desempenho da mesma. Os efeitos de vigor de sementes sobre a taxa e a uniformidade de emergência, a emergência total, e o estabelecimento de populações são bem documentados (Schuch & Lin, 1982a; Schuch, 1999). Esses fatores podem influenciar a acumulação de matéria seca.

A análise quantitativa de crescimento seria o primeiro passo na análise da produção vegetal, requerendo informações referentes à quantidade contida na planta toda e o tamanho do aparelho fotossintetizante, sendo que tais informações seriam obtidas em intervalos de tempo, durante o ciclo de vida do vegetal.

Além disso, estudos sobre o crescimento e o desenvolvimento das plantas permitem obter importantes informações sobre as fases fenológicas e padrões de crescimento, fornecendo, assim, subsídios para análise tanto do comportamento dessas plantas diante de fatores ecológicos, como de sua ação sobre o ambiente, especialmente de sua interferência sobre outras plantas (Lucchesi, 1984).

O trabalho teve como objetivo caracterizar o crescimento e o desenvolvimento vegetativo, bem como a capacidade reprodutiva da planta daninha angiquinho (*Aeschynomene* sp.), a fim de contribuir com subsídios que auxiliem nas tomadas de decisão sobre o manejo de controle dessa espécie daninha na cultura do arroz irrigado.

CAPÍTULO 1

CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ANGIQUINHO (*Aschynomene* spp.).

INTRODUÇÃO

A análise de sementes é importante, pois fornece dados que expressam a qualidade física e fisiológica do lote de sementes para fins de semeadura e armazenamento. No entanto, para se proceder a avaliação da qualidade de sementes de determinado lote, em laboratório, é necessário dispor de um padrão de germinação de sementes para cada espécie, pois cada cultura apresenta

sementes com características distintas quanto ao seu comportamento fisiológico ou germinativo.

A qualidade fisiológica das sementes exerce fundamental importância na germinação e na emergência em solo, podendo ser avaliada por meio de duas características fundamentais: viabilidade e vigor (Popinigis, 1977).

A viabilidade procura determinar se a semente encontra-se viva ou morta, sendo analisada pelo teste de germinação ou tetrazólio. Por ser considerado um teste padrão de controle de qualidade fisiológica de sementes, o teste de germinação é realizado em condições de temperatura, teor de água e luz adequadas, permitindo uma germinação mais regular, rápida e completa da maioria das amostras de sementes de uma determinada espécie (Brasil, 1992; Ferreira & Borghetti, 2004). A germinação pode ser simplificada em processos iniciais como: embebição da semente e ativação do metabolismo, seguido do rompimento do tegumento, da emissão da radícula e do crescimento da plântula. A fase inicial é principalmente uma função da absorção de água, enquanto a segunda é dependente da mobilização de reservas da semente (Prisco et al., 1981).

Os testes de vigor são considerados por muitos pesquisadores como os mais adequados para avaliar os atributos das sementes e o seu potencial para resistir às condições adversas, complementando as informações do teste de germinação (Krzyzanowski et al., 1991). Baseado no exposto acima, este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar e caracterizar a qualidade fisiológica das sementes de angiquinho (*Aeschynomene* spp.).

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no laboratório de sementes e em casa de vegetação pertencentes ao Departamento de Botânica, UFPel, Pelotas, RS, no período de agosto de 2005 a dezembro de 2006.

O ensaio foi conduzido utilizando sementes de angiquinho (*Aeschynomene* spp.), previamente tratadas através do processo de escarificação para a superação da dormência. Foram desenvolvidos os seguintes testes:

Curva de embebição - sementes foram colocadas para embeber com água em béquer em condições de ambiente de laboratório. Durante as primeiras oito horas, a avaliação foi feita de 30 em 30 minutos e 24 horas após o período de embebição. A taxa de embebição foi medida por meio da determinação do aumento de massa do material após a embebição, em relação à massa inicial, os valores obtidos foram transformados em porcentagem de ganho de água.

Germinação (TG) - foram utilizadas 50 sementes semeadas em caixas plásticas do tipo gerbox, contendo papel mata-borrão previamente umedecidos

com 15 mL de água destilada. A contagem final da germinação foi realizada até que o número de plântulas normais se manteve constante. O teste foi conduzido no germinador à temperatura constante de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e os resultados foram expressos em porcentagem de germinação.

Primeira contagem da germinação (PCG) - foi realizada simultaneamente ao teste de germinação, e os resultados fornecidos em porcentagem de plântulas normais.

Índice de velocidade de germinação (IVG) - estabelecido conjuntamente como o teste de germinação, conforme descrito por Vieira & Carvalho (1994), sendo a contagem do número de plântulas germinadas efetuado diariamente até a estabilização do estande. O número de plântulas germinadas a cada dia foi calculado pela fórmula: $\text{IVG} = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n$, sendo o **IVG** igual ao índice de velocidade de emergência, **G** igual ao número de plântulas germinadas computadas a cada contagem, e **N** igual ao número de dias da semeadura;

Comprimento do sistema radical e da parte aérea das plântulas - foram determinadas ao final do teste de germinação, em 40 plântulas ao acaso, sendo medidas por meio de régua graduada, e os resultados expressos em mm/plântula.

Biomassa fresca total - foi aferida nas 40 plântulas e os valores expressos em mg/plântulas.

Biomassa seca total - foi obtida colocando as plântulas em estufa a $75 \pm 1^\circ\text{C}$ até atingir uma biomassa constante e os resultados expressos em mg/plântulas.

Emergência de plântulas em casa de vegetação (E) - conduzido em casa de vegetação, onde 200 sementes constituídas por quatro subamostras de 50 sementes foram semeadas em linha, utilizando-se como substrato areia lavada colocada em bandejas (0,4x0,26x0,07m) e a semeadura feita manualmente à profundidade de 30 milímetros, sendo feita a contagem das plântulas emergidas após 21 dias.

Índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE) - estabelecido conjuntamente com o teste emergência, conforme descrito por Vieira & Carvalho (1994), sendo a contagem do número de plântulas emergidas efetuado diariamente

até a estabilização do estande, o número de plântulas emersas a cada dia foi calculado pela fórmula: $IVE = E_1/N_1 + E_2/N_2 + \dots + E_n/N_n$ proposta por Edwad & Drapala (1958), citados por Vieira e Carvalho (1994), sendo o **IVE** igual ao índice de velocidade de emergência, **E** igual ao número de plântulas emergidas computadas a cada contagem, e **N** igual ao número de dias da semeadura;

Comprimento do sistema radical e da parte aérea das plântulas - foram determinadas ao final do teste de emergência, em 40 plântulas ao acaso, sendo medidas por meio de régua graduada, e os resultados expressos em mm/plântula.

Biomassa fresca das raízes e da parte aérea – foram aferidas nas 40 plântulas e os valores expressos em mg/plântulas.

Biomassa seca das raízes e da parte aérea - foram obtida colocando as plântulas em estufa a $75 \pm 1^\circ\text{C}$ até atingir uma biomassa constante e os resultados expressos em mg/plântulas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A germinação visível das sementes de angiquinho, considerada como emissão da radícula, iniciou-se após três horas e meia do período de embebição (Figura 1). Entretanto, a embebição das sementes não seguiu o padrão trifásico comum para a maioria das espécies, já que não foi possível visualizar claramente a fase II. Este fato pode ser atribuído às sementes terem sido previamente escarificadas e, portanto a dormência ter sido superada. Na regulação da germinação, a fase II pode ser estendida pela dormência, altas e baixas temperaturas, déficit hídrico, enquanto os fatores que promovem a germinação encurtam esta fase (Bradford 1990).

A germinação da semente está intimamente relacionada com a tensão de água no solo e com o período de embebição (Popinigis, 1985).

A embebição é um processo trifásico, onde a fase I é caracterizada pela rápida absorção de água, seguida por uma fase estacionária (fase II) e uma outra, caracterizada por um novo aumento no conteúdo de água, que coincide com o crescimento da radícula (fase III). A embebição durante a fase I é acompanhada

pela liberação de açúcares, aminoácidos e eletrólitos em quantidades variáveis com o estado de organização do sistema de membranas. Vários autores (Simon & Raja-Harun, 1972; Becwar et al., 1982; Bewley & Black, 1985) destacaram que a taxa de liberação de eletrólitos é muito alta no início da embebição, contudo, com o passar do tempo esta situação se altera, à medida que ocorre a reorganização das membranas celulares.

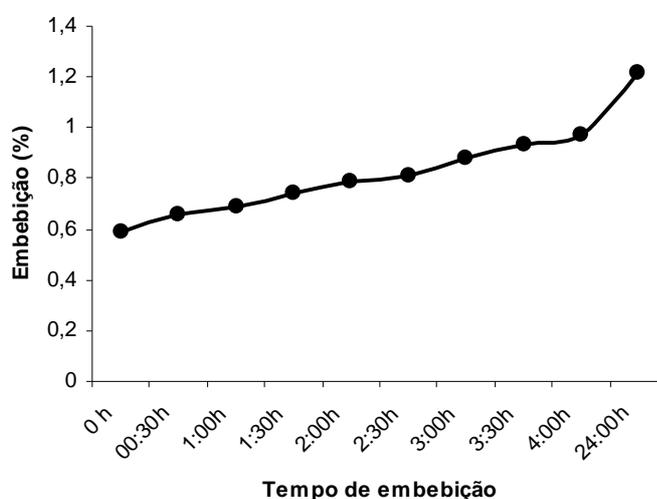


FIGURA 1 - Curva de embebição de sementes de angiquinho.

A porcentagem de germinação das sementes de angiquinho no oitavo dia de germinação foi de 89%, estabilizando a partir deste dia até o final das avaliações, aos 14 dias após a semeadura (Tabela 1). Diante desse resultado, indica-se oito dias como o período necessário e suficiente para proceder à contagem final da germinação. Contudo, resultados elevados de germinação não significam necessariamente que as sementes possuem alto vigor, uma vez que o teste de germinação é conduzido em condições favoráveis de temperatura, umidade e luminosidade, permitindo expressar o potencial máximo para produzir plântulas normais (Marcos Filho, 1999 a).

Entre os testes de vigor, a primeira contagem do teste de germinação é o mais utilizado por refletir a velocidade com que a semente germina (Krzyzanowski

et al., 1999). Baseado nos resultados (tabela 1) pode-se sugerir que a primeira contagem de germinação seja efetuada no quinto dia após a sementeira, quando a maioria das sementes viáveis já está germinada e apresentam todas as estruturas desenvolvidas. Logo, conforme demonstrado na tabela 1, verifica-se um valor médio de 74% de plântulas normais germinadas neste período. O índice de velocidade de germinação das sementes de angiquinho apresentou valor médio de 17,6 no oitavo dia após sementeira (Tabela 1).

A massa fresca e seca total das plântulas de angiquinho, bem como o comprimento da parte aérea e sistema radicular, foram avaliados aos 14 dias após a implementação do teste de germinação (tabela 1).

TABELA 1- Caracterização da qualidade fisiológica de sementes de angiquinho pelos testes de germinação (TG), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), massa fresca total (MFT), massa seca total (MST), comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento do sistema radicular (CSR)

Testes	TG (%)	PCG (%)	IVG	MFT (mg.plântula ⁻¹)	MST (mg.plântula ⁻¹)	Comprimento (mm.plântula ⁻¹)	
						PA	SR
Sementes de angiquinho	89	74	17,6	90	6,0	60	28

A emergência das plântulas em casa de vegetação (E) iniciou no quinto dia após a sementeira e ao final dos 21 dias a porcentagem de emergência foi de 83% (Tabela 2). Os resultados do teste de germinação foram ligeiramente superiores aos de emergência (Tabela 1). Esse fato deve-se às condições ótimas que, geralmente, conduzem à superestimativa do potencial fisiológico (Johnson & Wax, 1978; Yaklich & Kulik, 1979). A análise do índice de velocidade de emergência, diferentemente da emergência que observa a formação de plantas normais ao final de 21 dias, avalia a emissão dos cotilédones inteiramente visíveis acima do solo (SANTOS et al., 1996). O valor médio do índice de velocidade de emergência de sementes de angiquinho foi de 3,2 (Tabela 2).

O comprimento da parte aérea, do sistema radicular, assim como a massa fresca (MF) e seca (MS) de plântulas aos 21 dias de semeadura está representado na tabela 2.

TABELA 2 - Caracterização da qualidade fisiológica de sementes de angiquinho, em casa de vegetação, pela porcentagem de emergência (E%), índice de velocidade de emergência (IVE), Massa fresca (MF) e seca (MS) da parte aérea (PA) e do sistema radicular (SR), comprimento da parte aérea (PA) e sistema radicular (SR) de plântulas provenientes de sementes de angiquinho

Testes	E (%)	IVE	MF(mg.plântula ⁻¹)		MS (mg.plântula ⁻¹)		Comprimento (mm.plântula ⁻¹)	
			PA	SR	PA	SR	PA	SR
Sementes de angiquinho	83	3,2	200	260	40	20	54	158

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos recomenda-se que a primeira contagem e a avaliação final da germinação das sementes de angiquinho sejam realizadas, respectivamente, no quinto e no oitavo dia após a semeadura, dados estes que poderão ser utilizados em laboratório de análise de sementes.

CAPÍTULO 2

ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE PLANTAS DE ANGIQUINHO (*Aeschynomene* spp.).

INTRODUÇÃO

Dentre os fatores bióticos de um sistema agrícola, as plantas daninhas são um dos principais componentes que interferem negativamente no desenvolvimento e na produtividade da cultura do arroz (*Oryza sativa* L.), limitando o aumento do potencial de rendimento do cereal no Brasil. O estudo das características de crescimento de plantas infestantes pode ser de grande valia na tomada de decisões quanto aos métodos de controle a serem empregados.

As plantas captam energia luminosa para seu crescimento, por intermédio do processo fotossintético, reduzindo o CO₂ atmosférico a compostos orgânicos

essenciais à manutenção de sua biomassa, bem como à formação de novos tecidos. Dessa forma, a planta acumula biomassa durante o crescimento seguindo uma tendência logística, na qual inicialmente ocorre um crescimento lento, seguido por uma fase exponencial e finalmente uma fase de crescimento lento tendo, portanto crescimento limitado. Este padrão da curva decorre do balanço entre disponibilidade e demanda de carbono pela planta. Fatores de meio e de manejo, condicionando características morfogênicas e estruturais do dossel, determinam o acúmulo de biomassa, ou seja, o crescimento da planta (Chapman & Lemaire, 1993).

Análise de crescimento foi desenvolvida pelos fisiologistas britânicos que estabeleceram um método padrão para estimar a produção fotossintética líquida de populações ou comunidade de plantas. Esta técnica representa o primeiro passo na interpretação e análise de produção primária, sendo estes valores a massa seca de toda a planta (W_t) e de suas partes (raízes, caules, folhas, frutos, sementes, etc.) e a dimensão do aparelho assimilatório, normalmente, a área foliar (A_f), obtidas a intervalos regulares de tempo ao longo da ontogenia das plantas. Nessa metodologia, crescimento é o aumento da matéria seca da planta, população ou comunidade de plantas (Radford, 1967; Richards, 1969; Hunt, 1982).

A partir dos dados primários de W_t e A_f , índices ou características de crescimento são calculados de modo a descrever o crescimento de plantas e de órgãos ao longo do ciclo de desenvolvimento, bem como a relação entre o aparelho assimilatório e a produção de matéria seca.

Tal definição coincide com o relato de Magalhães (1979), sendo o método que descreve as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, entre duas amostragens sucessivas e se propõe a acompanhar a dinâmica da produção fotossintética, avaliada por meio do acúmulo de matéria seca.

De acordo com Alvarez (1999), a análise de crescimento pode ser usada para investigar a adaptação ecológica das culturas a novos ambientes, a competição entre as espécies, os efeitos de manejo e tratos culturais. Por este motivo, a análise de crescimento é uma ferramenta bastante valiosa no estudo da

adaptação da planta sob diferentes condições de meio e manejo, pois possibilita a estimativa de taxas de crescimento que quantificam este balanço em determinado momento ou intervalo de tempo de interesse (Radford, 1967; Harper, 1977; Beadle, 1993).

Logo, esta análise das plantas é o meio mais acessível e bastante preciso para avaliar o crescimento e inferir a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre o comportamento vegetal (Benincasa, 1988). Portanto, considerando-se a importância da planta daninha *Aeschynomene* sp., há grande necessidade de estudos básicos envolvendo aspectos relacionados ao crescimento, desenvolvimento, exigências em nutrientes, respostas aos sistemas de controle e outros.

Baseado no exposto acima, este trabalho teve como objetivo estudar o crescimento e desenvolvimento das plantas, por meio da análise de crescimento baseada na obtenção periódica de dados primários como: acúmulo de matéria seca e de área foliar. De modo, a conhecer características morfológicas e de crescimento das plantas de angiquinho, invasora da cultura do arroz, no intuito de fornecer subsídios para o melhor controle dessa planta daninha.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Botânica, UFPel, Pelotas, RS, no período de dezembro de 2005 a março de 2006. Foram utilizadas sementes de angiquinho (*Aeschynomene* spp.).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, onde as parcelas constituíam as épocas de coleta, totalizando 12 coletas, com quatro repetições.

A unidade experimental constou de um vaso plástico não perfurado, com capacidade de 5 litros, contendo 7kg do substrato adubado conforme recomendação para cultura do arroz (Rolas, 1995), sendo no total 80 vasos. Foram semeadas cinco sementes de angiquinho por vaso. Cinco dias após a emergência foram selecionadas as quatro plantas mais uniformes, que constituíram o material para as análises correspondentes. Durante o início do experimento, os vasos foram mantidos com teor de umidade próximo da capacidade de campo e por volta dos 42 DAE, as plantas foram irrigadas mantendo-se uma lâmina d'água.

Coletas sucessivas, a intervalos regulares de sete dias após a emergência, foram realizadas durante todo o ciclo da cultura. Em cada coleta, as plantas foram cortadas rente ao solo, separadas em órgãos (folhas, flores, vagens e sementes) e contadas. Para a obtenção da matéria seca, as raízes foram lavadas sobre peneiras, até a remoção do solo aderente. Posteriormente, o material foi colocado em estufa de ventilação forçada, a temperatura de 70 ± 2 °C, onde permaneceu até massa constante.

A área foliar (A_f) foi determinada com o medidor de área marca Licor, modelo LI-3000 e índice de área foliar (L) calculado pela fórmula $L = A_f / S_t$, sendo S_t a superfície do vaso.

Os dados primários de matéria seca total acumulada (W_t) e de área foliar foram ajustados pela equação logística simples, $W_t = W_m / (1 + A e^{-Bt})$, sendo W_m a estimativa assintótica do crescimento máximo, **A** e **B** constantes de ajustamento, **e** a base natural de logaritmo neperiano e **t** o tempo em dias após a emergência (Richards, 1969). Enquanto, os dados primários de área foliar (A_f) foram ajustados com o emprego de polinômios ortogonais (Richards, 1969).

Os valores instantâneos da taxa de produção de matéria seca (C_t) e taxa de crescimento de área foliar (C_a) foram obtidos por meio de derivadas das equações ajustadas da matéria seca total (W_t) e de área foliar (A_f) em relação ao tempo (Radford, 1967). Para determinação dos valores instantâneos da taxa de crescimento relativo (R_w) e taxa de crescimento relativo de área foliar (R_a) foram empregados as fórmulas $R_w = 1/W_t \cdot dW_t/dt$ e $R_a = 1/A_f \cdot dA_f/dt$. Os valores instantâneos da taxa assimilatória líquida (E_a), a razão de área foliar (F_a), razão de massa foliar (F_w) e área foliar específica (S_a) foram estimados por meio das equações: $E_a = 1/A_f \cdot dW_t/dt$; $F_a = A_f/W_t$; $F_w = W_f/W_t$ e $S_a = A_f/W_t$, conforme Radford (1967).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mantendo a tendência logística ao longo do ciclo de desenvolvimento do angiquinho, a matéria seca (wt) foi sempre crescente. A produção de matéria seca pelas plantas está relacionada, principalmente, com a área foliar, com a respiração, com a radiação solar e com a taxa assimilatória líquida (Monteith,1969). No início, até próximo aos 28 dias após a emergência (DAE) ocorreu um crescimento lento. Nesta fase a taxa de absorção de água e nutrientes é muito pequena para ativar os processos fisiológicos do crescimento, que exigem atividades metabólicas aceleradas. No entanto, a partir deste período houve rápido incremento de matéria seca, ou seja, fase de crescimento acelerado de 28 aos 70 DAE, voltando ser lento até o final e atingindo o valor máximo de 1364,6 g m⁻² (Figura 1). A massa seca final obtida demonstra a elevada capacidade dessa espécie em acumular massa, principalmente próximo do final do seu ciclo. Plântulas com crescimento acentuado possuem maior habilidade competitiva devido ao maior porte e produção de biomassa (Rood et al., 1990), pois estas

interceptam maior quantidade de radiação solar, apresentando assim, maior atividade fotossintética e conseqüentemente maior síntese de fotoassimilados.

O crescimento da planta como um todo, em termos de aumento de volume, de massa, de dimensões lineares e de unidades estruturais, é função do que a planta armazena e do que a planta produz em termos de material estrutural.

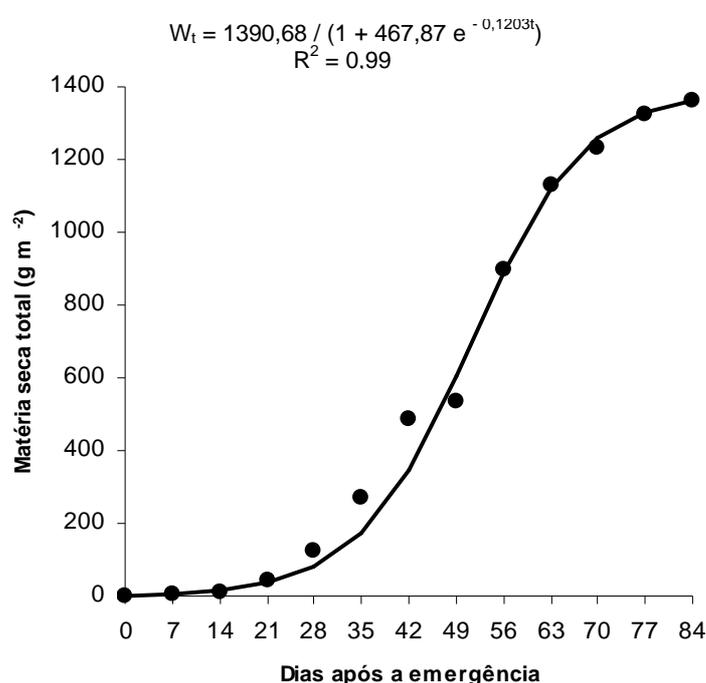


FIGURA 1 - Matéria seca acumulada em função da ontogenia das plantas de angiquinho.

A taxa de produção de matéria seca (C_t) é uma característica amplamente usada para expressar a eficiência da produção de um estande de plantas e revela o incremento de matéria seca por unidade de área e de tempo.

A taxa de crescimento do angiquinho foi baixa no início do ciclo, aumentando rapidamente e atingindo um valor máximo de 41,15 g m⁻² d⁻¹, por volta dos 49 DAE (Figura 2), ponto de inflexão da curva na fase de crescimento

acelerado (Figura 1), ocorrendo posteriormente um rápido declínio até o final do experimento, mas sempre com valores positivos.

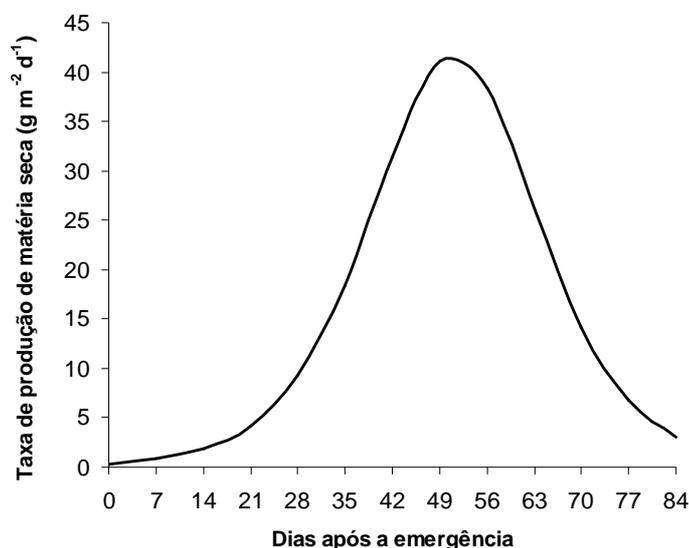


FIGURA 2 - Taxa de produção de matéria seca em função da ontogenia das plantas de angiquinho.

A taxa de crescimento relativo (R_w) refere-se ao acúmulo de massa seca, em um determinado intervalo de tempo, em relação a biomassa pré-existente, sendo matematicamente obtido pela razão entre a taxa de produção de matéria seca e a matéria seca total acumulada. R_w fornece uma idéia da eficiência das plantas na conversão de matéria seca, sendo bastante apropriado para avaliação do crescimento vegetal (Briggs et al., 1920). A taxa de crescimento relativo é a variável fundamental da análise de crescimento tradicional, porque fornece o índice fisiológico mais proveitoso e ecologicamente significativo (Chiariello et al., 1991).

Inicialmente R_w cresceu até as duas primeiras semanas, decrescendo paulatinamente até 35 DAE e após de forma acentuadamente até a colheita final (Figura 3), porém sempre com valores positivos.

No início do crescimento, a área foliar da planta é constituída de folhas jovens, com alta capacidade fotossintética, ou seja, alta eficiência de fixação do CO_2 atmosférico, apresentando alta taxa de crescimento. Normalmente o decréscimo de R_w com a idade da planta é resultado em parte, do aumento gradativo de tecidos não fotossintetizantes com a ontogenia da planta (Williams, 1946; Lopes et al., 1986; Reyes-Cuesta et al., 1995), pela elevação da atividade respiratória, pelo auto-sombreamento, além de variações nas condições climáticas (Benincasa, 1988).

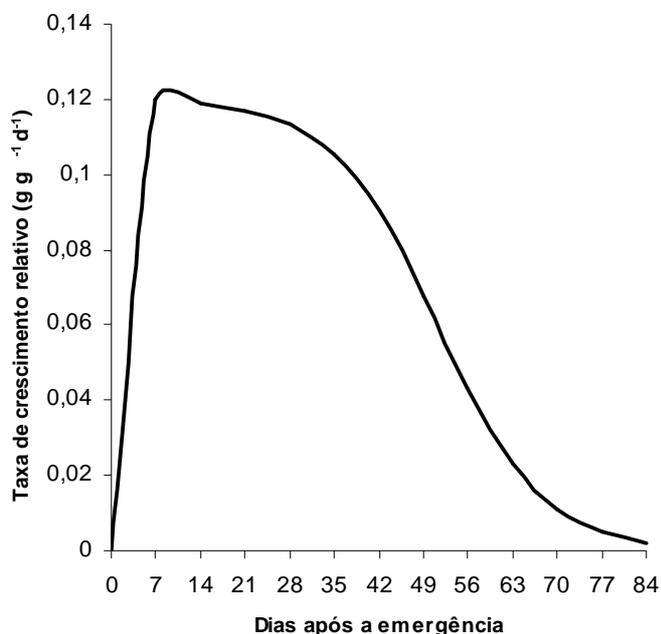


FIGURA 3 - Taxa de crescimento relativo em função da ontogenia das plantas de angiquinho.

A área foliar é um índice importante, pois mostra o tamanho da maquinaria fotossintética, uma vez que determina o acúmulo de matéria seca, o metabolismo vegetal, a capacidade fotossintética potencial, o rendimento e qualidade de colheita (Ibarra, 1985; Jorge & Gonzalez, 1997).

Conceitualmente, embora bastante difícil na prática, o índice de área foliar é a relação entre a área foliar total e área de solo sombreado pelas folhas e,

portanto, um índice adimensional. Na verdade, usou-se a área do vaso disponível para a planta.

O índice de área foliar cresceu com o desenvolvimento da planta de angiquinho, tendo atingido o valor máximo de $3,43 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ aos 56 dias após a emergência (Figura 4), posteriormente declinando até a colheita final, provavelmente em virtude da taxa de senescência ter sobrepujado a taxa de emissão de novas folhas. Normalmente, a senescência foliar é acentuada com o aparecimento de estruturas reprodutivas, pois nessa época as plantas encontravam-se no estágio inicial da formação das vagens, devido a grande demanda por assimilados das vagens e de sementes que formam-se os drenos metabólicos preferenciais de forma acentuada e definitiva, fazendo com que as folhas enviem o máximo de assimilados para esses órgãos.

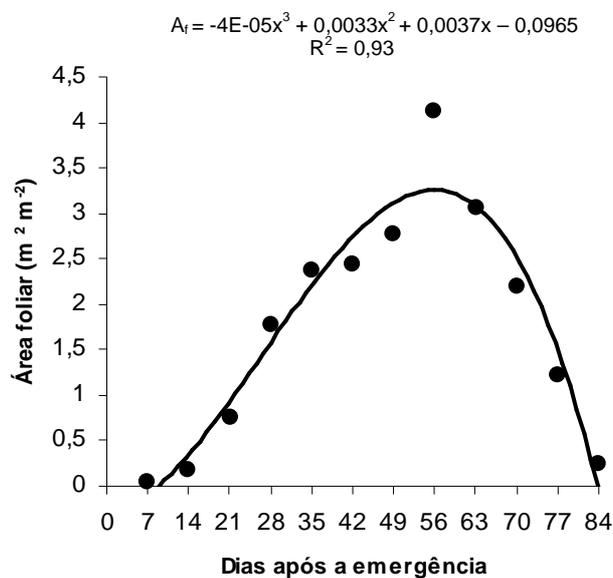


FIGURA 4 - Índice de área foliar em função da ontogenia das plantas de angiquinho.

As taxas de crescimento de área foliar (C_a) foram crescentes até o C_a máximo, cujo pico ocorreu aos 21 dias após a emergência com valor de $0,082 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, e depois decresceram com a ontogenia das plantas, apresentando valores negativos a partir dos 49 DAE, com a intensificação da senescência foliar (Figura 5). Este parâmetro (C_a) revela a velocidade de crescimento da folha durante o desenvolvimento da planta.

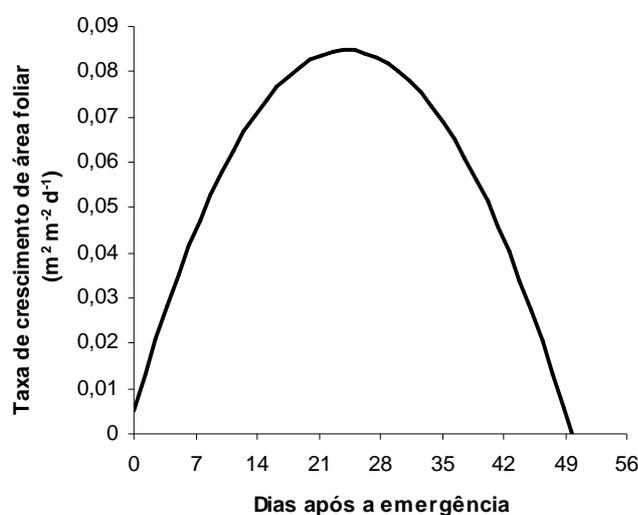


FIGURA 5 - Taxa de crescimento de área foliar em função da ontogenia das plantas de angiquinho.

A taxa de crescimento de área foliar relativo (R_a) é a taxa de incremento de A_f em relação à A_f pré-existente. A curva de R_a apresentou dois picos, onde o primeiro ocorreu aos 17 DAE atingindo o valor de $0,21 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, com um posterior decréscimo, tornando-se negativo aos 49 DAE e tornando-se positivo aos 72 DAE, e um segundo pico aos 77 DAE, com valor de $0,42 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ (Figura 6).

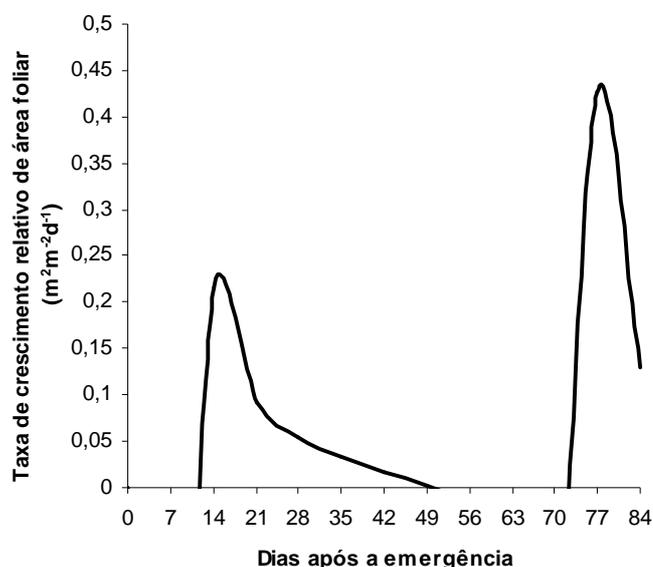


FIGURA 6 - Taxa de crescimento relativo de área foliar em função da ontogenia das plantas de angiquinho.

A taxa assimilatória líquida (E_a) de uma planta é o incremento da taxa de biomassa por unidade de área foliar, ou seja, expressa a taxa de fotossíntese líquida, excluindo da fotossíntese bruta a respiração e a fotorrespiração, em termos de matéria seca produzida por unidade de A_f . Matematicamente, é obtida pela razão entre a taxa de produção de matéria seca e área foliar.

Esta característica de crescimento (E_a) sofre menor influência da ontogenia da planta do que R_w . Também, a taxa assimilatória líquida é dependente da radiação solar, das condições internas da planta, do próprio índice da área foliar e do balanço de CO_2 .

A taxa assimilatória líquida aumentou gradativamente até aos 49 DAE, atingindo seu máximo de $16,12 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, apresentando um outro pico aos 70 DAE com valor de $15,4 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ e finalmente um decréscimo acentuado aos 73 DAE, atingindo posteriormente valores negativos (Figura 7). Esses resultados representam o balanço entre o material produzido pela fotossíntese e o perdido através da respiração (Briggs et al., 1920), expressando a eficiência das folhas na

produção de matéria seca e possibilitando estimar a fotossíntese líquida (Pereira & Machado, 1987).

Em geral, a curva de E_a fugiu do padrão esperado, pois assim como ocorre com a R_w , E_a também apresenta decréscimo ontogênico, porém em menor proporção. Essa queda nos valores de E_a , durante o desenvolvimento da planta, provavelmente ocorre devido ao aumento da idade média das folhas, aliado ao auto-sombreamento das folhas inferiores da planta, reduzindo, assim, a sua taxa fotossintética.

Entretanto, é importante ressaltar que a E_a não é determinada somente pela taxa fotossintética, mas também pela dimensão da área foliar, duração do período vegetativo, distribuição das folhas no dossel, ângulo foliar, translocação e partição de assimilados.

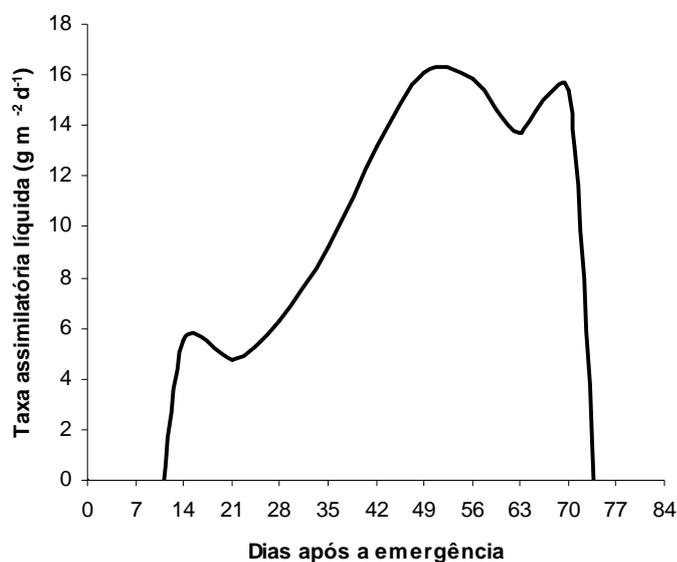


FIGURA 7 - Taxa assimilatória líquida em função da ontogenia das plantas de angiquinho.

A razão de área foliar (F_a) é um componente morfofisiológico do crescimento que expressa a razão entre a área foliar e a massa seca total e representa a superfície assimilatória por unidade de matéria seca total, sendo assim F_a permite detectar a translocação e partição de assimilados para as folhas (Scott & Batchelor, 1979). F_a está correlacionada positivamente com a taxa de crescimento relativo e também com a taxa de assimilação líquida (Seibert & Pearce, 1993).

Segundo Lopes & Maestri (1973), a taxa de crescimento relativo (R_w) e a razão de área foliar (F_a) apresentam semelhantemente forte tendência de decréscimo à medida que as plantas envelhecem, sendo explicado em parte pelo aumento gradual de tecidos não assimilatórios, partes reprodutivas e raízes. Esta característica atingiu valores máximos em $0,025 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ aos 21 DAE, havendo um decréscimo a partir desta data até a última época de colheita (Figura 8). Esta queda de F_a é ontogênica e indica que progressivamente, a quantidade de assimilados destinados às folhas é diminuída (Scott & Batchelor, 1979).

Padrão semelhante é obtido para a maioria das culturas, onde a razão de área foliar aumenta rapidamente até um máximo na fase inicial do estágio vegetativo, decrescendo, posteriormente, com o desenvolvimento do vegetal. Esse comportamento indica que, inicialmente, a maior parte dos assimilados é convertido em folhas, visando elevar a captação da radiação solar disponível (Pereira & Machado, 1987).

Pode haver também abscisão de folhas, aparecimento de tecidos não assimilatórios, e principalmente os rizomas que competem decisivamente com estruturas vegetativas pelos assimilados produzidos, induzindo a senescência foliar. F_a pode decrescer em função do aumento da interferência de folhas superiores sobre as inferiores (auto-sombreamento) ocorrendo diminuição da área foliar útil (Benincasa, 1988).

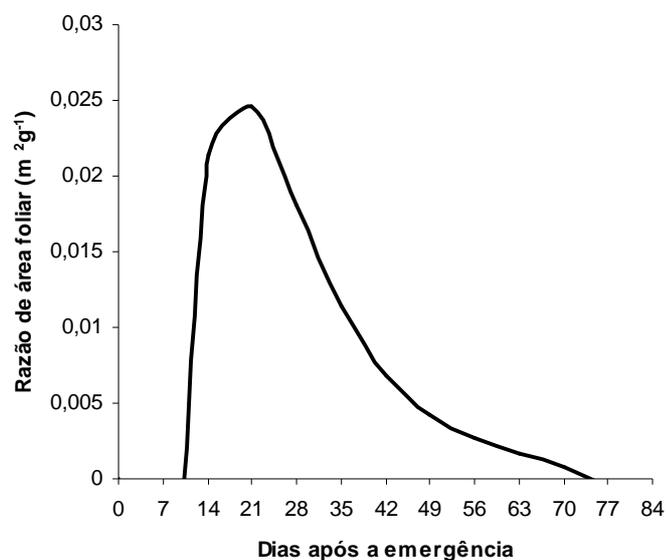


FIGURA 8 - Razão de área foliar em função da ontogenia das plantas de anguinho.

A razão de massa foliar aumentou, acentuadamente, no início do ciclo de desenvolvimento (Figura 9), caracterizando uma fase de grande crescimento foliar, estando os fotoassimilados alocados principalmente para as folhas. O F_w máximo foi de $0,68 \text{ g g}^{-1}$, alcançado em torno dos 28 DAE, posteriormente decrescendo até o final do ciclo.

A razão de massa foliar, F_w é um componente da razão de área foliar e representa a matéria seca acumulada nas folhas (W_f) em relação a matéria seca total (W_t).

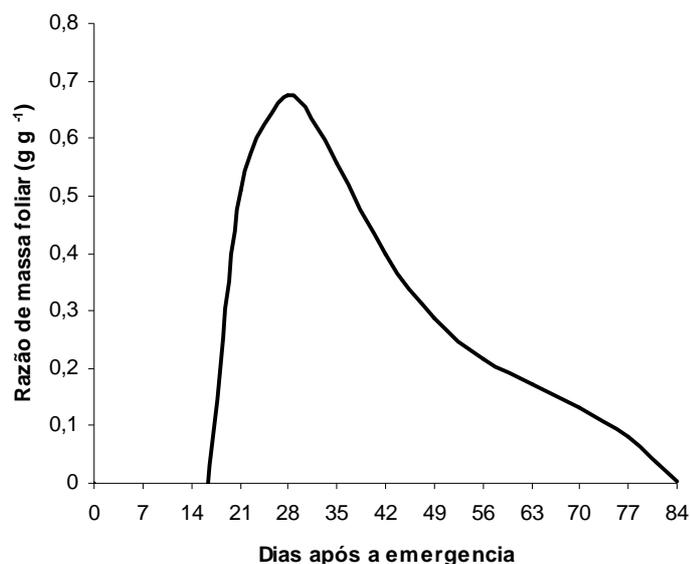


FIGURA 9 - Razão de massa foliar em função da ontogenia das plantas de angiquinho.

A área foliar específica (S_a) revela a relação entre a área foliar e a matéria seca da folha. É um componente morfológico e anatômico da razão de área foliar, pois relaciona a superfície (componente morfológico) com a massa seca da própria folha (componente anatômico), em virtude de estar relacionado a composição interna (numero ou tamanho das células do mesofilo foliar). Houve forte tendência de declínio de S_a com o passar do tempo (Figura 10). O valor máximo de S_a foi de $0,05 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ aos 21 DAE. O declínio nos valores de S_a com a idade da planta é resultado da redução ou paralisação da expansão de A_f , aliados ao incremento de W_f (Brighenti et al., 1993).

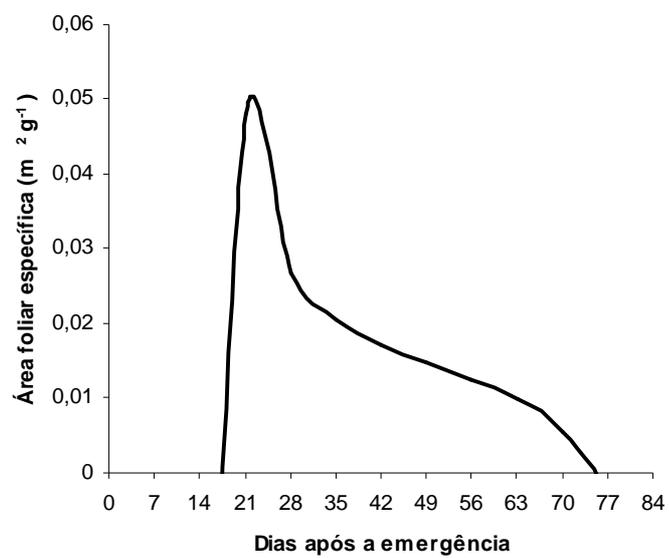


Figura 10 - Área foliar específica em função da ontogenia das plantas de angiquinho.

CONCLUSÃO

O angiquinho é uma planta daninha anual com crescimento limitado, sendo que a matéria seca total acumulada em relação à ontogenia da planta segue perfeitamente a tendência da equação logística simples, com elevada capacidade de produzir sementes.

Considerando os estádios de desenvolvimento das plantas de angiquinho, o momento ideal para se realizar o controle seria até os 30 DAE, período crítico de competição, de maneira a evitar os efeitos negativos da propagação vegetativa à cultura, bem como antes do florescimento, para reduzir o banco de sementes da planta daninha na área de cultivo.

CAPÍTULO 3

PARTIÇÃO DA MATÉRIA SECA EM PLANTAS DE ANGIQUINHO (*Aeschynomene* spp.).

INTRODUÇÃO

O crescimento das plantas não é regulado somente pela assimilação de carbono, mas também pela partição de assimilados (Rocher et al., 1989), sendo que esta é definida como a distribuição diferencial de fotoassimilados pelos diferentes órgãos da planta e, portanto, determina o modelo de crescimento do vegetal, que pode ser balanceado entre parte aérea e sistema radicular (Taiz & Zeiger, 1998).

Nas plantas superiores o carbono fixado na fotossíntese contribui com cerca de 45% da matéria seca do vegetal. Na planta, o carbono fixado é transportado das fontes para os drenos através do floema, um tecido especializado na condução de substâncias orgânicas. São considerados fontes aqueles órgãos ou tecidos da planta que apresentam um balanço líquido positivo de carbono e os drenos são as partes da planta que importam fotoassimilados (Lalonde et al., 2003). Comumente as fontes são representadas por folhas completamente desenvolvidas e os drenos por folhas jovens, caules, frutos em desenvolvimento, meristemas e raízes.

Entretanto, o acúmulo de matéria seca, normalmente, é seqüencial, ocorrendo mudanças no dreno metabólico preferencial de um órgão para o outro, em virtude das transformações morfológicas das plantas ao longo do ciclo de desenvolvimento, como em milho (Lopes & Maestri, 1973) e soja (Melges et al., 1989). Inicialmente as raízes e as folhas são os drenos metabólicos preferenciais, porém após algum desenvolvimento ocorre uma mudança do depósito metabólico preferencial para o caule. Quando o caule atinge a taxa máxima de produção de matéria seca tem início a formação da espiga, no milho e trigo, por exemplo, e da vagem na soja, com conseqüente mudança do dreno preferencial para essas partes, de modo acentuado e definitivo (Lopes & Maestri, 1981; Melges et al., 1989).

Embora o modelo de transporte pelo floema represente simplesmente o movimento da fonte para o dreno, o caminho específico entre eles é altamente complexo, pois nem todos os drenos são igualmente supridos por todas as folhas da planta, uma vez que cada fonte supre drenos específicos (Taiz & Zeiger, 1998).

Segundo Lopes & Marengo (2005), em geral, os assimilados da folha-fonte são direcionados para os drenos fortes mais próximos, o que significa que as folhas do terço superior direcionam os assimilados para os ápices e folhas novas em desenvolvimento, enquanto folhas do terço inferior direcionam seus produtos de exportação para as raízes. Em culturas anuais, como a soja, drenos fortes (sementes em desenvolvimento) tem prioridade em relação aos drenos

vegetativos e, em consequência, o crescimento vegetativo cessa ou é sensivelmente reduzido na fase de frutificação.

Além disso, espécies que crescem a campo, caso mais comum em ecossistemas naturais ou cultivados, por exemplo, cultura e plantas invasoras, a partição de assimilados também é influenciada pela presença de plantas de outras espécies, ou seja, pela competição interespecífica (Marengo e Santos, 1999). Por outro lado, as alterações de fatores ambientais podem induzir as plantas a redirecionarem a distribuição dos fotoassimilados, conseqüentemente, modificando o crescimento e a morfologia.

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo analisar a partição de matéria seca entre os órgãos do angiquinho, além de atributos morfológicos como: altura das plantas, número de folhas, de vagens e de sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Botânica, UFPel, Pelotas, RS, no período de dezembro de 2005 a março de 2006. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, onde as parcelas constituíam as épocas de coleta, totalizando 12 coletas, com quatro repetições.

A unidade experimental foi a mesma utilizada para a análise de crescimento, a qual constou de um vaso plástico não perfurado, com capacidade de 5 litros, contendo 7kg do substrato adubado conforme recomendação para cultura do arroz (ROLAS, 1995), perfazendo 80 vasos. Foram semeadas cinco sementes de angiquinho (*Aeschynomene* sp.) por vaso. Cinco dias após a emergência foram selecionadas as quatro plantas mais uniformes, que constituíram o material para as análises correspondentes. Durante o início do experimento, os vasos foram mantidos com teor de umidade próximo da capacidade de campo e por volta dos 42 DAE, as plantas foram irrigadas mantendo-se uma lâmina d'água.

Coletas sucessivas, a intervalos regulares de sete dias após a emergência, foram realizadas durante todo o ciclo da cultura, totalizando aproximado 12 coletas. Em cada coleta, as plantas foram cortadas rente ao solo, separadas em órgãos (folhas, flores, vagens e sementes) e contadas. A altura das plantas foi medida tomando-se a distância do nível do solo até a extremidade da haste principal da planta. Para a obtenção da matéria seca as raízes foram lavadas sobre peneiras, até a remoção do solo aderente e posteriormente o material foi colocado em estufa de ventilação forçada, a temperatura de 70 ± 2 °C, onde permaneceu até massa. Posteriormente foi determinado a matéria seca de cada órgão das plantas de angiquinho, por meio de secagem em estufa de ventilação forçada, a temperatura de 70 ± 2 °C, até atingir massa constante.

Os dados de matéria seca da folha, raiz, caule, vagem e sementes foram ajustados com o emprego de polinômios ortogonais (Richards, 1969). Enquanto as taxas instantâneas de produção de matéria seca da folha, do caule, raiz, vagem e sementes foram obtidas a partir das derivadas das equações ajustadas da matéria seca de cada órgão em função do tempo (Radford, 1967).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura das plantas manteve-se crescente ao longo do período avaliado do ciclo de desenvolvimento do angiquinho, atingindo a altura máxima de 1,32 m na última colheita (Figura 1).

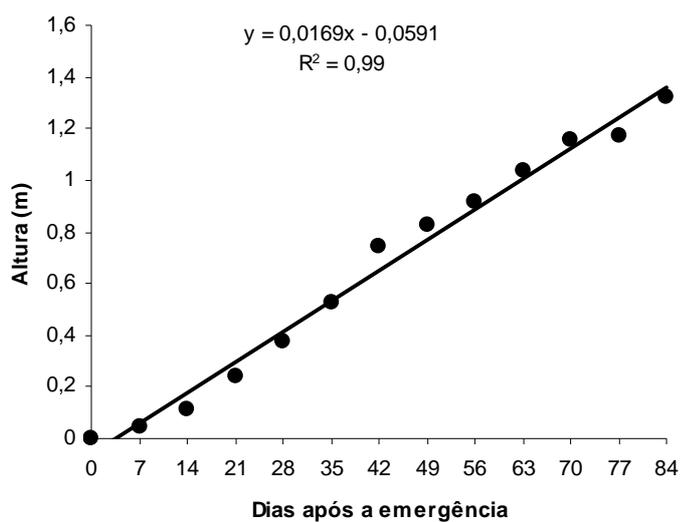


FIGURA 1 - Altura do angiquinho, em função da ontogenia.

O acúmulo de matéria seca foliar (W_f) seguiu uma tendência cúbica ao longo do desenvolvimento da planta, com alto coeficiente de determinação de 0,91 (Figura 2). O maior acúmulo de W_f foi de 197,0 g m⁻² alcançado aos 60 DAE, caracterizando uma fase de grande crescimento foliar, estando os fotoassimilados alocados principalmente para as folhas. A partir desse período ocorreram decréscimos subseqüentes com o desenvolvimento fenológico da planta, em virtude da taxa de senescência foliar ter subrepujado a taxa de emissão de novas folhas. Este fato é devido a forte capacidade de mobilização de assimilados exercida pelas vagens e sementes que são drenos metabólicos preferenciais em detrimento das folhas. De maneira semelhante, verificou-se um aumento crescente no número de folhas até os 62 DAE, atingindo 11.247 folhas m⁻² (Figura 3).

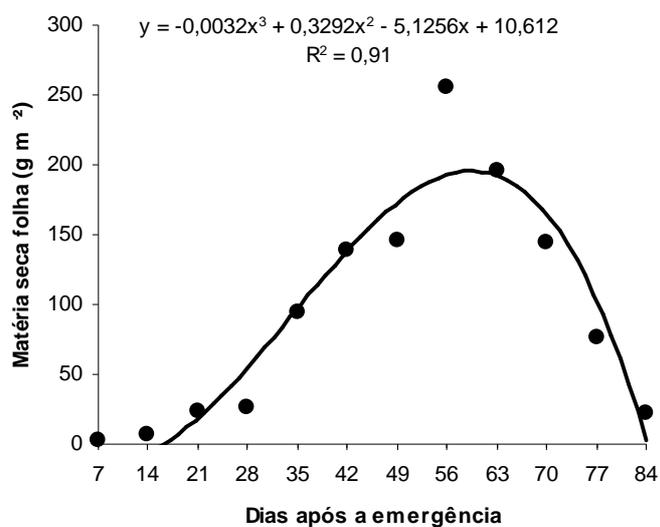


FIGURA 2 - Matéria seca das folhas de angiquinho, em função da ontogenia.

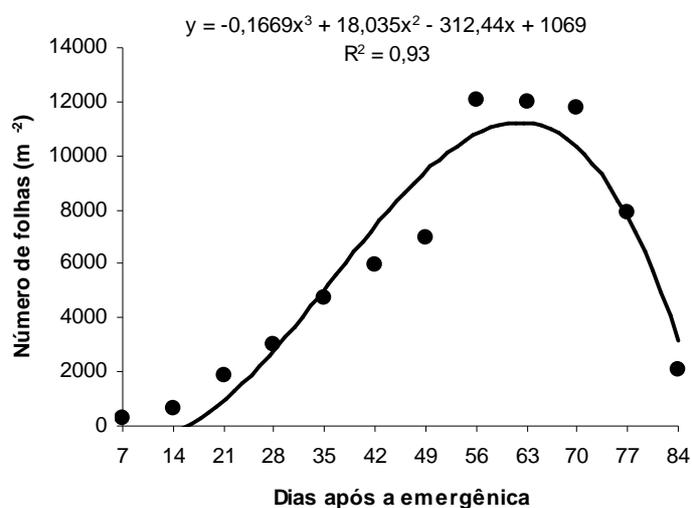


FIGURA 3 - Número de folhas de angiquinho, em função da ontogenia.

Da mesma forma o acúmulo de biomassa nas raízes (W_r) também teve tendência cúbica com o passar do tempo, com coeficiente de determinação de 0,97 (Figura 4). A matéria seca das raízes apresentou um incremento inicial lento, seguido de uma aceleração aos 54 DAE. O valor máximo atingido foi de 443,1 g m⁻² aos 84 DAE.

Logo, pode-se dizer que as raízes apresentaram participação mais ou menos constante nos períodos de crescimento compreendidos entre 28 e 63 DAE, sendo que nos períodos compreendidos entre 70 e 84 DAE voltou a ter novamente um crescimento lento.

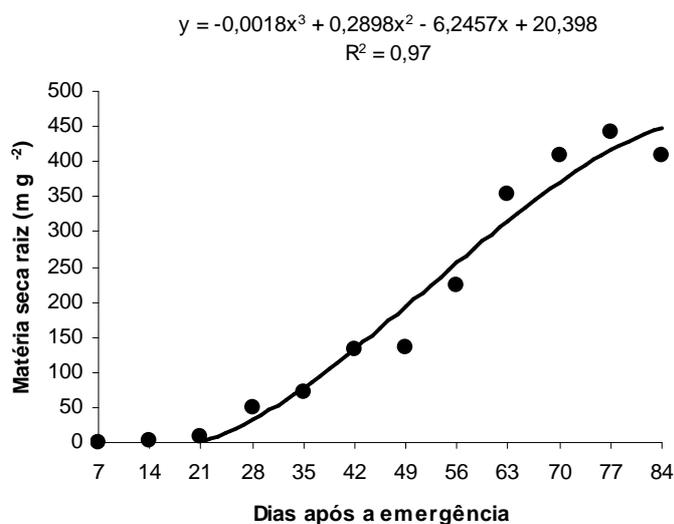


FIGURA 4 - Matéria seca das raízes de angiquinho, em função da ontogenia.

O acúmulo de biomassa no caule apresentou uma tendência cúbica com o desenvolvimento das plantas, com alto coeficiente de determinação ($R^2 = 0,98$). A matéria seca do caule (W_c) manteve-se crescente ao longo do período avaliado até os 77 DAE, onde atingiu W_c máximo de $525,04 \text{ g m}^{-2}$ (Figura 5), ocorrendo posteriormente, um pequeno decréscimo de massa acumulada, período em que as vagens alcançaram valor máximo, demonstrando serem estas os drenos preferenciais.

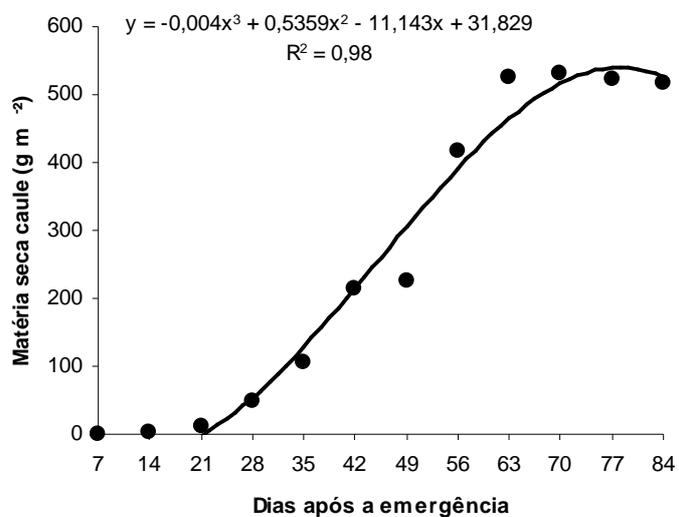


FIGURA 5 - Matéria seca do caule de angiquinho, em função da ontogenia.

A época de florescimento, que corresponde ao período decorrido do início à completa formação dos botões florais, teve início por volta dos 49 DAE. A massa seca das flores (W_{fl}) foi crescente, após o florescimento, até em torno dos 66 DAE, atingindo um máximo de 2,1 g m⁻² (Figura 6), posteriormente declinando até o final das avaliações. O número de flores, conseqüentemente, acompanhou o incremento de W_{fl} , apresentando seu pico aos 71 DAE, com um total de 1.361,8 flores m⁻² (Figura 7).

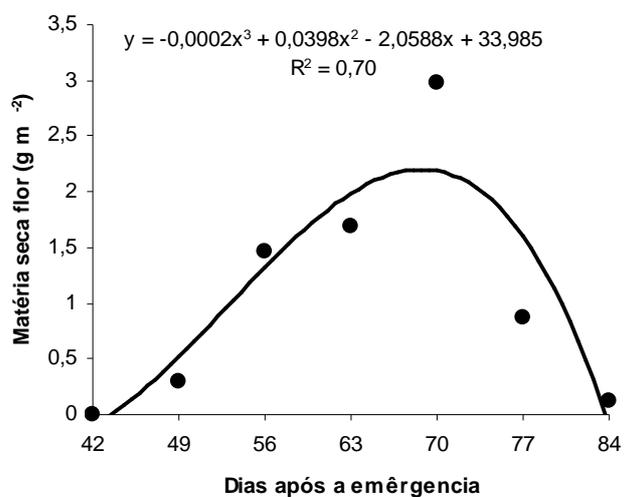


FIGURA 6 - Matéria seca da flor de angiquinho, em função da ontogenia.

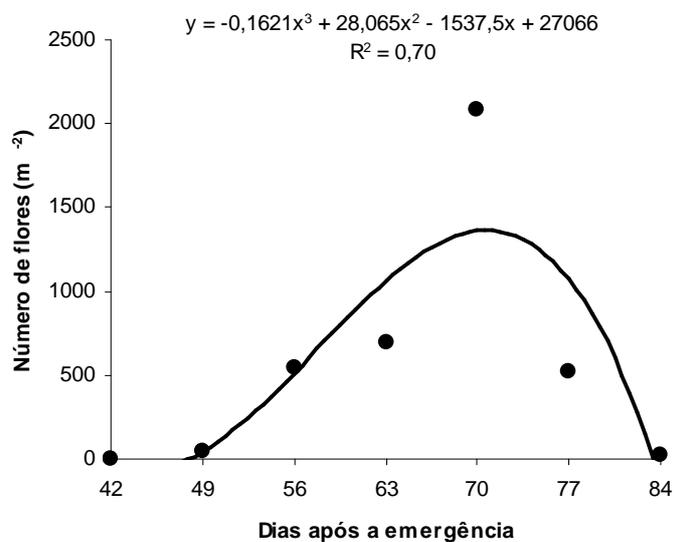


FIGURA 7 - Número de flores de angiquinho, em função da ontogenia.

Já o surgimento das vagens ocorreu em torno dos 56 DAE, mostrando-se crescente até o final das avaliações. O valor máximo de biomassa das vagens (W_v) foi de 406,71 g m⁻² aos 84 DAE. Quando as vagens atingiram seu máximo

desenvolvimento, pode-se observar uma diminuição da massa seca dos demais órgãos, conseqüência da reorientação do fluxo de material metabólico.

Como esperado, o número mais elevado de vagens foi também aos 84 DAE, com um total de 6.341,15 vagens m^{-2} (Figura 8). Neste período cada vagem produziu um valor médio de 7,2 grãos por vagem, sendo este o valor mais elevado desde o surgimento das vagens. Portanto aos 84 DAE houve uma produção de aproximadamente 41.000 sementes m^{-2} .

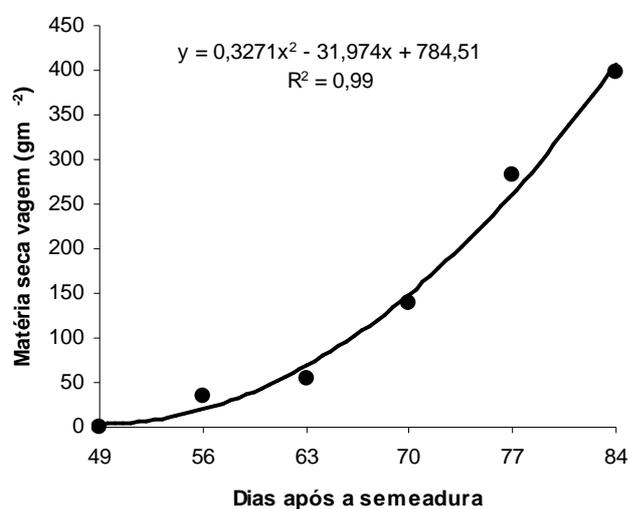


FIGURA 8 - Matéria seca das vagens de angiquinho, em função da ontogenia.

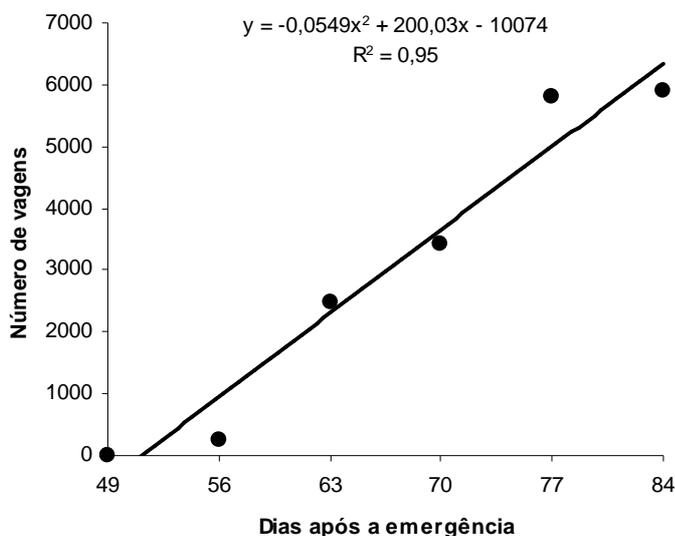


FIGURA 9 - Número de vagens de angiquinho, em função da ontogenia.

Com base em pesquisa do crescimento e padrões de partição de carbono, pesquisadores têm sugerido que órgãos-dreno na planta competem por uma oferta limitada de carbono assimilado. Essa idéia é consistente com o entendimento de que assimilados são transportados para órgãos-dreno via uma interconexão dos tubos crivados floemáticos, e então, todos os órgãos-dreno tem acesso a um "pool" comum de assimilados em órgãos-fonte. Como em outras situações competitivas, entretanto, o fluxo de saída de assimilados deve ser determinado não apenas pela competição direta por recursos, mas também pelos fatores indiretos, tais como aqueles que regulam a taxa de transporte e metabolismo dos tecidos de fonte e de dreno (Setter, 1986).

Também é importante destacar que, após o início da fase reprodutiva, o angiquinho manteve um equilíbrio na alocação de recursos para as diferentes partes da planta até o final do ciclo. Ou seja, as folhas, principal parte na produção de fotossintatos, perdem rapidamente sua participação a partir da oitava semana de crescimento. Essa inversão, para espécies daninhas, também foi relatada por Gravena et al. (2002) para *Hyptis suaveolens*, por Erasmo et al. (1997) para *Senna obtusifolia*, por Andreani Junior (1995) para *Acanthospermum hispidum* e por Rodrigues (1992) para *Commelina benghalensis*.

Segundo Brouwer (1962), o crescimento relativo entre os órgãos da planta decorre da correlação entre as suas respectivas taxas de crescimento e, essas são governadas tanto pelas condições internas de crescimento quanto pelas externas (Rossiello, 1978).

As taxas de crescimento de caule, folha, raiz e flores apresentaram curvas quadráticas, devido a derivada ser originária de uma equação cúbica. Já a taxa de crescimento da vagem foi reta, pois a derivada é de uma equação quadrática.

As taxas de crescimento dos órgãos do anguinho podem ser visualizadas nas Figuras 10 e 11.

As taxas de crescimento de matéria seca da folha foram crescentes até os 36 DAE, com valores de $6,14 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, apresentando taxas positivas entre 14 e 56 DAE. Enquanto a taxa de produção máxima de massa seca do caule foi de $12,79 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ obtida aos 45 DAE, mostrando valores positivos entre 14 e 77 DAE. Ao passo que, a taxa de acúmulo máxima de biomassa nas raízes foi de $9,3 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ em torno dos 54 DAE, atingindo valores positivos a partir dos 14 DAE até o final das avaliações.

No que se refere taxa máxima de crescimento das flores, esta ocorreu aos 42 DAE com valor de $0,06 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, sendo os valores positivos obtidos entre os 21 e 63 DAE. Já a taxa de crescimento máxima observada para as vagens foi de $13,5 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ aos 84 DAE, com valores positivos a partir dos 28 DAE até o final do experimento.

Os drenos metabólicos preferenciais, inicialmente, foram as folhas, raízes e caules e posteriormente com o aparecimento das vagens, estas se tornaram os drenos metabólicos preferenciais de forma definitiva, em virtude da alta capacidade mobilizadora dos mesmos que provocaram uma redução no acúmulo de matéria seca das folhas a partir dos 56 DAE, do caule aos 77 DAE e das raízes apenas aos 84 DAE, sendo nesses últimos de maneira bem menos acentuada que nas folhas.

Logicamente, a atividade da fonte depende da demanda de assimilados do dreno, existindo uma inter-relação entre a taxa fotossintética na folha e o

armazenamento de assimilados nas raízes (Hozyo & Park, 1971; Spence & Humphires, 1972).

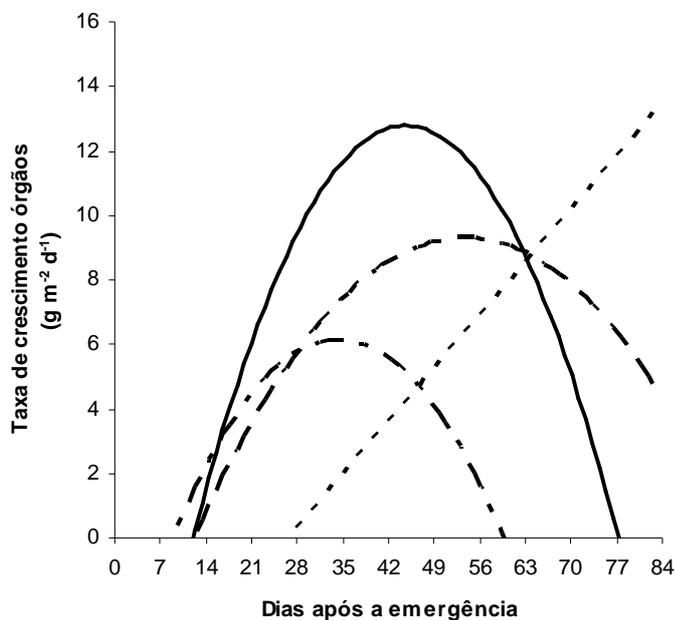


FIGURA 10 - Taxa de crescimento de órgãos de angiquinho, em função da ontogenia, sendo raiz (— —), caule (—), folha (— · —) e vagem (· · · ·).

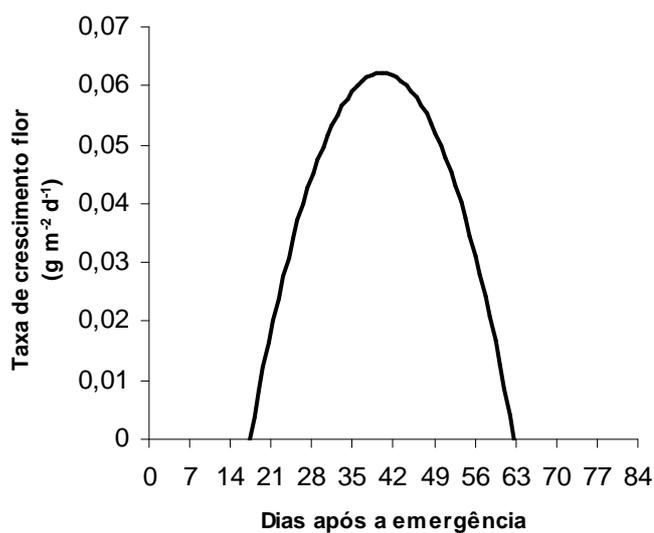


FIGURA 11 - Taxa de crescimento da flor de angiquinho, em função da ontogenia.

CONCLUSÕES

Com o início da formação das vagens, o dreno metabólico preferencial se transferiu para essa parte da planta de forma definitiva e mais acentuada. No entanto, mesmo tendo ocorrido mudança no dreno metabólico preferencial, os demais órgãos permaneceram acumulando matéria seca, porém com taxas mais reduzidas.

CONCLUSÃO GERAL

Sementes de angiquinho apresentaram um valor médio de porcentagem de germinação de 89% no oitavo dia de germinação, estabilizando a partir desta data.

A primeira contagem de germinação foi de 74% de plântulas normais germinadas, efetuada no quinto dia após a semeadura.

O angiquinho é uma planta daninha com desenvolvimento e crescimento iniciais lentos, com alta produção de massa seca ao final do ciclo e com elevada capacidade de produzir sementes, característica que evidencia elevado poder de competição pelos fatores que influenciam no desenvolvimento das culturas, como espaço, nutrientes e luz.

O momento ideal para se realizar o controle seria até os 30 DAE, de maneira a evitar os efeitos negativos da propagação vegetativa à cultura, bem como antes do florescimento, para reduzir o banco de sementes da planta daninha na área de cultivo.

Os drenos metabólicos preferenciais foram, em ordem crescente: folhas, raízes e caules e posteriormente, vagens e grãos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, R.C.F. Comparação de duas cultivares de amendoim (*Arachis hypogea* L.) através do método de análise de crescimento. **In: Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal**, 7., 1999, Brasília. Resumos... Brasília: EMBRAPA, 1999. v.11, p.18.Suplemento.
- AMARAL, A. S. **Controle químico de ciperáceas na cultura do arroz irrigado. Lav. Arrozeira**, v. 48, n. 420, p. 3-7, 1995.
- ANDRADE, V.A. Controle integrado do angiquinho (*Aeschynomene* spp) em arroz irrigado. **In: Reunião da cultura do arroz irrigado, 15.**, Porto Alegre, 1986. Anais. Porto Alegre: EMBRAPA, CPAT, 1986. P.301-303.
- ANDREANI JUNIOR, R. **Estudos sobre a dormência das sementes, o crescimento e a absorção de macronutrientes por plantas de *Acantospermum hispidum* DC.** 1995. 72 f. Tese (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 1995.

- ANDRES, A.; MACHADO, S.L.O. Plantas daninhas em arroz irrigado. In: GOMES, A.S.; MAGALHÃES Jr., A.M. (Eds). **Arroz irrigado no sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004, p.457-546.
- AZAMBUJA, I. H. V.; VERNETTI, Jr. F. J.; MAGALHÃES Jr. A. M. Aspectos sócio-econômicos da produção do arroz. In: GOMES, A. S. & MAGALHÃES Jr. A. M. (eds.) **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa informação Tecnológica, 2004, p. 23-44.
- BEADLE, C. L. Plant growth analysis. In: COOMBS, J.; HALL, D. O.; LONG, S. P.; SCURLOCK, J. M. O. (Ed.). **Techniques in bioproductivity and photosynthesis**. 2. ed. Oxford: Pergamon, 1987. p. 20-25.
- BEADLE, C.L. Growth analysis. In: HALL, D.O.; BOLHARNORDENKAMPF, H.R.; LEE GOOD, R.C. et al. (Eds.) **Photosynthesis and production in a change enviroment**: a field and laboratory manual. London: 1993. p.36-46.
- BECWAR, M.R.; STANWOOD, P.C.; ROOS, E.E. Rehydration effects on imbibitional leakage from desiccation-sensitive seeds. **Plant Physiology**, Rockville, v.69, n.5, p.1132-1135,1982.
- BENINCASA, M.M.P. Análise de crescimento de plantas: noções básicas. Jaboticabal: Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, 1988. 41p.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1985. 367p.
- BRADFORD, K.J. A water relations analysis of seed germination rates. **Plant Physiology**, Lancaster, v.94, n.3, p.840-849, 1990.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/DNPV/CLAV, 1992. 365p.
- BRIGGS, G.E.; KIDD, E; WEST, C. A quantitative analysis of plant growth. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v.7, n.1, p.103-23, 1920.

- BRIGHENTI, A. M.; SILVA, J.F.; LOPES, N.F.; CARDOSO, A. A.; FERREIRA, L. R. Crescimento e partição de assimilados em losna. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.5, n.1, p. 41-45, 1993.
- BROUWER, R. Distribution of dry matter in the plant. *Neth J. Agric. Sci.*, Netherlands, 10:361-75, 1962.
- CHAPMAN, D.F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. **In: International Grassland Congress, 17.**, 1993, Australia. Proceedings... Australia: s.ed. 1993, p.95-104.
- CHIARIELLO, N.R.; MOONEY, H.A.; WILLIAMS, K. Growth, carbon allocation and cost of plant tissues. **In: PEARCY, R.W.; EHLERINGER, J.R.; MOONEY, H.A. et al., ed. Plant physiological ecology: fields and instrumentation.** New York: Chapman & Hall, 1991. p.328-65.
- COBUCCI, T. Plantas daninhas do arroz e seu controle. **In: BRESEGHELLO, F; STONE, L. F. (Ed.). Tecnologia para o arroz de terras altas.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1998. p.79-110.
- COBUCCI, T.; NOLDIN, J. A. Plantas daninhas e seu controle. **In: VIEIRA, N. R. de A.; SANTOS, A. B. dos; SANT'ANA, E. P. (Ed.). A cultura do arroz no Brasil.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p.375-415.
- CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). Comparativo da área de produção e produtividade. <http://www.conab.gov.br/safras.asp>.
- DE DATTA, S. K.; HERDT, R.W. Weed control technology in irrigated rice. **In: Internacional Rice research institute.** Weed control in rice. Manila: IRRI; IWSS; 1983. Cap. 8. p. 89 – 108.
- DURIGAN, J. C. et al. Períodos de matocompetição na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cultivares Santa Rosa e IAC-2. I. Efeitos sobre os parâmetros de produção. **Planta Daninha**, v. 2, n. 1, p. 86-100, 1983.
- EBERHARDT, D.S.; ANDRES, A. Controle de *Cyperus iria* e *Aeschynomene denticulate* no sistema convencional de cultivo do arroz. **In: Reunião da cultura**

- do arroz irrigado**, 22., Camboriú, 1997. **Anais**. Camboriú: EPAGRI, 1997. p.387-390.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Recomendações técnicas para a cultura do arroz irrigado: delineamento macroagrológico; zonas 1, 23, 46, 47, 54, 71 e 87**. Brasília, 1992. 79p.
- ERASMO, E. A. L.; BIANCO, S.; PITELLI, R. A. Estudo sobre o crescimento de fedegoso. **Planta Daninha**, v. 15, n. 2, p. 170-179, 1997.
- FERNANDES, A. **O Táxon Aeschynomene no Brasil**. Fortaleza: EUFC. 1996. 128p.
- FERNANDEZ, O. A. Manejo integrado de malezas. **Planta Daninha**, v. 5, n. 2, p. 69-75, 1982.
- FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed S.A., 2004. 323p.
- FLECK, N. G.; MENGARDA, I. P.; PINTO, J. J. O. Interferência de plantas daninhas na cultura de girassol. Competição no tempo. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 24, n. 9, p. 1139-1147, 1989.
- FLECK, N.G. **Controle de plantas daninhas na cultura do arroz irrigado através da aplicação de herbicidas com ação seletiva**. Porto Alegre: FLECK, N.G., 2000. 32p.
- GOMES, A. S.; TERRES, A. L.; AZAMBUJA, I. H. V. O arroz irrigado no Rio Grande do Sul: produtividade e perfil do produtor. In: AZAMBUJA, I. H. V. et al. (Eds.). **Culturas - Arroz**. Porto Alegre: Comissão de Agricultura, Pecuária e Cooperativismo da Assembléia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul, 2002. p. 23-34.
- GOMES, A.S.; AZAMBUJA, I.H.V. Uso e manejo de água nas lavouras de arroz do Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE QUALIDADE DE ARROZ, 1., 2003, Pelotas. **Anais**. Passo Fundo: ABRAPÓS, 2003, p.57-81.
- GRAVENA, R. et al. Análise do crescimento de *Hyptis suaveolens*. **Planta Daninha**, v. 20, n. 2, p. 189-196, 2002.

- HARPER, J.L. **Population biology of plants**. San Diego: Academic Press, 1977. 892p.
- HOZYO, Y.; PARK, C.Y. Plant production in grafting plants between wild type and improve variety in Ipomoea. **Bulletin National Institute of Agricultural Science**, New York, serie D, v.15, n.12, 1971.
- HUNT, R. **Plant growth curves: the functional approach to plant growth analysis**. London: Edward Arnold, v.15, n.2, 1982. 248p.
- IBARRA R. W. E. **Comparación y validación de métodos de estimación de área foliar em ocho cultivares de sorgo granífero (*Sorghum bicolor* L. Moench)** Maracay, 1985. Tesis de grado-Facultad de Agronomía, U. C. V., 1985.
- INSTITUTO CEPA. Acompanhamento conjuntural da agricultura catarinense. Disponível em: <[http:// www.icepa.com.br](http://www.icepa.com.br)>. Acesso em: 2 jun. 2002.
- IRGA. Instituto Rio Grandense do Arroz. Acompanhamento semanal da colheita. Disponível em: <[http:// www.irga.rs.gov.br](http://www.irga.rs.gov.br)>. Acesso em: 2 junho 2002.
- IRGA. Instituto Rio Grandense do Arroz. Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil. Porto Alegre, RS, 2001. 128 p.
- JOHNSON, R.R.; WAX L.M. Relationship of soybean germination and vigor tests to field performance. **Agronomy Journal**, Madison, v.70, n.2, p.273-278, 1978
- JORGE, Y.; GONZALEZ, F. Estimación del área foliar em los cultivos de ají y tomate. **Agrotecnia de Cuba**, 27: n.1, p.123-126, 1997.
- KHUSH, G.S. (1977). Origem, dispersal, cultivation and variation of rice. **Plant Mol. Biol.** 3525-34.
- KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Paulo: BASF, 1999, v.2, 978p.

- KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. Relato dos testes de vigor disponíveis para grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.1, n.2, p.15-50, 1991.
- KRZYZANOWSKI, F.C., VIEIRA, R.D., FRANÇA-NETO, J.B. **Vigor de sementes: Conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218p.
- LALONDE, S.; TEGEDER, M.; THRONE-HOLST, M.; FROMMER, W. B.; PATRICK, J. W. Phloem loading and unloading of sugars and amino acids. **Plant Cell and Environment**, v. 26, p. 37-56, 2003.
- LOPES, N. F.; MAESTRI, M. Análise de crescimento e conversão de energia solar em populações de milho (*Zea mays* L.) em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v.20, n.109,p. 189-201, 1973.
- LOPES, N. F.; MAESTRI, M. Crescimento,morfologia, partição de assimilados e produção de matéria seca em milho(*Zea mays* L.) cultivados em três densidades populacionais. **Revista Ceres**, Viçosa, 28:268-288,1981.
- LOPES, N. F.; MARENCO, R. A. **Fisiologia Vegetal: Fotossíntese, Respiração, Relações Hídricas e Nutrição Mineral**. Viçosa: UFV, 2005, 397-399.
- LOPES, N. F.; OLIVA. M. A.; CARDOSO, M. J.; GOMES, M. M. S.; SOUZA, V. F. Crescimento e conversão da energia solar em *Phaseolus vulgaris* L. submetido a três densidades e fluxo radiante e dois regimes hídricos. **Revista Ceres**, Viçosa, 33: n.183, p. 142-164, 1986.
- LUCCHESI, A. A. **Utilização prática da análise de crescimento vegetal**. AM. ESALQ. v. 41, p. 181-202, 1984.
- MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa de crescimento. In: FERRI, M.G. (Coord.). **Fisiologia Vegetal**. São Paulo, EPU/EDUSP, 1979. p.331-350.
- MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999a. cap.1, p.1-21.

- MARENCO, R. A.; SANTOS, R. V. C. Wrinkledgrass and rice intra and interspecific competition. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 11, p. 107-111, 1999.
- MELGES, E.; LOPES, N.F.; OLIVA, M.A. Crescimento, produção de matéria seca e produtividade da sola submetida a quatro níveis de radiação solar. **Pesq. Agropec. Bras.**, **24** (9): 1073-1080, 1989.
- MONTEITH, J. L. Light interception and radiative exchange in crop stands. In: EASTIN, J. D.; HASKINS, F. A.; SULLIVAN, C. T.; VAN BAVEL, C. H. M. (eds.) **Physiological aspects of crop yield**. Madison: American society of Agronomy, 1969. p. 89-111.
- OECD (1999) Consensus Document on the biology of *Oryza sativa* (Rice). Environmental Health and Safety Publications. Series on Harmonization of Regulatory Oversight in Biotechnology. N°14. Environment Directorate. Organization for Economic Co-operation and Development. Paris.
- OERKE, E.C.; DEHNE, H.W.; SCHÖNBECK, F.; WEBER, A. **Crop production and crop protection: estimated losses in major food and cash crops**. Amsterdam Elsevier, 1994. 808p.
- PEREIRA, U. J. O arroz no mundo. **Lavoura Arrozeira**. v. 26, n. 273, p. 4-13, 1973.
- PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais. Campinas: IAC, 1987. 33p. (IAC. Boletim Técnico, 114).
- PINZAN, N. R. Arroz (*Oryza sativa* L.) **IN: COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL**. Manual técnico das culturas. 2 ed. Campinas, 1997. 1v: cereais, fibrosas, leguminosas, oleaginosas, plantas tropicais, raízes e tubérculos, sacarinas, p. 103 – 156. (CATI. Manual, 8).
- PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Terminologia para períodos de controle e de convivência das plantas em culturas anuais e bianuais. In: **Congresso Brasileiro de Herbicidas e Plantas daninhas**, 15., 1984, Belo Horizonte. **Resumos**. Belo Horizonte: SBHED, 1984. p. 34.
- PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Inf. Agropec.**, v. 11, n. 129, p. 16-17, 1985.

- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2ed . Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289p.
- PRISCO, J.T.; ENÉAS FILHO, J.R.; GOMES FILHO, E. Effect of NaCl on cotyledon starch mobilization during germination of *Vigna unguiculata* (L.) Walp seed. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 63-71, 1981.
- RADFORD, P.J. Growth analysis formulae: their use and abuse. **Crop Science**, v.7, n.3, p.171-175, 1967.
- REYES-CUESTA, R.; LOPES, N.F.; OLIVA, M. A.; FRANCO, A. A. Crescimento e conversão da energia solar em *Phaseolus vulgaris* em função da fonte de nitrogênio. **Revista Ceres**, Viçosa, 42: n.242, p.405-455, 1995.
- RICHARDS, F. J. The quantitative analysis of growth. In: STEWARD, F. C. (ed) **Plant Physiology**. A treatise. New York: Academic press, 1969. p.3-76.
- ROCHER, J.P. et al. Genetic variability in carbon fixation, sucrose-P-synthase and ADP glucose pyrophosphorylase in maize plants of differing growth rate. **Plant Physiology**, Lancaster, v.89, n.2, p.416-420, 1989.
- RODRIGUES, B. N. **Estudos sobre a dormência, absorção de macronutrientes e resposta a calagem por *Commelina bengalensis* L.** 1992. 129 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 1992.
- ROLAS - **Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Comissão de Fertilidade do solo-RS/SC. 3ªed. Passo Fundo, SBCS- Núcleo Regional Sul,1995.
- ROOD, S.B., BUZZELL, R.I., MAJOR, D.J., et al. Gibberellins and heterosis in maize: quantitative relationships. **Crop Science**, Madison, v.30, n.2, p.281-286, 1990.

ROSSIELLO, R. O. P. **Indicadores de deficiência hídrica em três variedades de milho (*Zea mays* L.)** Rio de Janeiro, UFRRJ. Tese de mestrado, 1978. 201p.

ROUHI, A.M. 1997. Plants to the rescue. **Chem. Eng. News**. January 13. pp. 21-23.

SANTOS, V.L.M.; SILVA, R.F.; SEDIYAMA, T. et al. Utilização do estresse salino na avaliação da qualidade das sementes de genótipos de soja (*Glicine max* (L.) Merrill). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 18, n. 1, p. 63-72, 1996.

SCHUCH, L. O. B. **Vigor das sementes e aspectos da fisiologia da produção em aveia preta (*Avena strigosa* Schreb)**. Pelotas, 1999. 124p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pelotas.

SCHUCH, L. O. B.; LIN, S.S. Atraso na colheita sobre emergência no campo e desempenho de plantas de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, p.1585-1589, 1982a.

SCOTT, H. D. & BATCHELOR, J. T. Dry weight and leaf area productions rates of irrigated determinate soybeans. **Agronomy Journal**, Madson, 71:776-782,1979.

SEIBERT, A. C.; PEARCE, R. B. Growth analysis of weed and crop species with reference to seed weight. **Weed Sci.**, v. 41, p. 52-56, 1993.

SETTER, T. L. Partitioning of carbon among competing sinks. In: ANNUAL PENNSYLVANIA STATE SYMPOSIUM IN PLANT PHYSIOLOGY, 1., Pennsylvania, 1986. **Proceedings**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 1986. p.372.

SILVEIRA FILHO, A; AQUINO, A. R.L. de; SANTOS, A. B. dos. Controle de plantas daninhas na cultura do arroz de sequeiro. Goiânia: **EMBRAPA-CNPAP**, 1984. 6p. (EMBRAPA-CNPAP. Comunicado Técnico, 15).

SIMON, E.W.; RAJA-HARUN, R.M. Leakage during seed imbibition. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.23, n.77, p.1076-1085, 1972.

SOUZA FILHO, A. P. S. et al. Germinação de sementes de plantas daninhas de pastagens cultivadas: *Mimosa pudica* e *Ipomoea asarifolia*. **Planta Daninha**, v. 19, n. 1, p. 23-31, 2001.

SPENCE, J. A.; HUMPHRIES, E. C. Effect of moisture supply, root temperature, and growth regulators on photosynthesis of isolated root leaves in sweet potato (*Ipomoea batatas*). **Annals of Botany**, London, v.36, n.144, p. 115-121, 1972.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. 2.ed. Sunderland: Sinauer Associates, 1998. 792 p.

TANKSLEY SD, MCCOUCH S, CAUSSE M, FULTON T (1991) Molecular Mapping of the Rice Genome: Recent Advances. In: G.S.Khush and G.H. Toenniessen (eds.) **Rice Biotechnology**.

YAKLICH, R.W.;, KULIK M.M. Evaluation of vigor tests in soybean seeds: relationship of standard germination test, vigor classification, seedling length and tetrazolium staining, to field performance. **Crop Science**, Madison, v.19, p.247-252, 1979.

WILLIAMS, R. F. The physiology of plant growth with special reference to the concept of net assimilation rate. **Annals of Botany**, Copenhagen, 32: n.10, p.41-72, 1946.

Dados de catalogação na fonte:
Ubirajara Buddin Cruz – CRB 10/901
Biblioteca de Ciência & Tecnologia - UFPel

M827c Moraes, Caroline Leivas
 Crescimento e desenvolvimento de angiquinho
 (*Aeschynomene* spp.) / Caroline Leivas Moraes ; orientador
 Nei Fernandes Lopes ; co-orientador Dario Munt de Moraes. –
 Pelotas, 2007. – 61f. : il. – Dissertação (Mestrado). Programa
 de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal. Instituto de
 Biologia. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2007.

 1.Fisiologia vegetal. 2.Plantas daninhas. 3.Análise de
 crescimento. 4.Germinação. 5.Partição de assimilados.
 6.Qualidade fisiológica. 7.Angiquinho. I.Lopes, Nei
 Fernandes. II.Moraes, Dario Munt de. III.Título.

CDD: 632.58