

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO SUL DE MINAS GERAIS – CÂMPUS MACHADO**

Bruno da Silva Marques

**Crescimento e desenvolvimento de *Digitaria insularis* com
base em dias e unidades térmicas**

**MACHADO
2013**

Bruno da Silva Marques

**Crescimento e desenvolvimento de *Digitaria insularis* com
base em dias e unidades térmicas**

Monografia apresentada ao IFSULDEMINAS, como
parte das exigências do Curso de Agronomia para o
obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Saul Jorge Pinto de Carvalho

**MACHADO
2013**

Bruno da Silva Marques

**Crescimento e desenvolvimento de *Digitaria insularis* com
base em dias e unidades térmicas**

Monografia apresentada ao IFSULDEMINAS, como
parte das exigências do Curso de Agronomia para o
obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Saul Jorge Pinto de Carvalho

Membros: Wellington Marota Barbosa

Patrícia de Oliveira Alvim Veiga

**MACHADO
2013**

À minha mãe Sara Marques
e ao meu pai Fábio Marques
Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder força e acima de tudo sabedoria nos momentos de dificuldade.

Aos meus pais Sara Maria da Silva Marques e Fábio Marques da Silva, pela educação, amor, espelho de dignidade e que acima de tudo sempre me apoiaram e acreditaram no meu sucesso.

À minha namorada Michele Figueiredo, pelo carinho e apoio durante toda a minha graduação, ao meu irmão Igor da Silva Marques pela força e amizade e as minhas queridas avós Otávia Lima e Aparecida Marques pelas suas orações e carinho.

Ao IFSULDEMINAS - Câmpus Machado por toda estrutura disponibilizada.

Ao professor Dr. Saul Jorge Pinto de Carvalho pela orientação, confiança, incentivo e amizade.

Ao grupo GAPE – Matologia que esteve sempre presente nas atividades do trabalho.

À FAPEMIG pelos dois anos de bolsa de iniciação científica concedida.

Aos meus amigos de república pelas recordações inesquecíveis e pela grande amizade que construímos durante esses anos.

Enfim, obrigado a todos que participaram dessa conquista.

RESUMO

O capim-amargoso (*Digitaria insularis*) tem despertado crescente atenção quanto ao manejo de plantas daninhas devido à dificuldade de controle com o herbicida glyphosate e, mais recentemente, devido ao surgimento de biótipos resistentes a este herbicida. Neste sentido, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o crescimento e o desenvolvimento do capim-amargoso com base em dias ou unidades térmicas acumuladas (graus dia - GD). Para tanto, dois experimentos independentes foram desenvolvidos quantificando o desenvolvimento fenológico e o acúmulo de massa seca total da espécie, em condição de fotoperíodo crescente ou decrescente. Houve adequado ajuste do desenvolvimento fenológico do capim-amargoso à contagem de tempo em dias ou unidades térmicas acumuladas (GD), por meio da equação linear de primeiro grau. A espécie possui crescimento inicial lento, com posterior acúmulo exponencial de massa seca, na condição de fotoperíodo crescente. Registrou-se massa seca total máxima de 75 e 6 g planta⁻¹ para condição de fotoperíodo crescente e decrescente, respectivamente. Assim, conclui-se que o desenvolvimento fenológico do capim-amargoso pode ser previsto por meio de modelos matemáticos com base em dias ou unidades térmicas acumuladas, contudo ressalta-se que outras variáveis ambientais interferem no crescimento da espécie (acúmulo de massa), com potencial destaque para o fotoperíodo.

Palavras-chave: graus-dia, capim-amargoso, fenologia, massa seca, biologia.

ABSTRACT

Among the weeds usually found in agricultural areas in Brazil highlights the sourgrass (*Digitaria insularis*). Is a perennial weed which has the ability to germinate, grow and develop during the entire year under Brazilian weather conditions. This weed reproduces from seeds and rhizomes, being difficult to control after its first flowering. With the advent of resistant biotypes to glyphosate, the problems became worse and knowledge about growth and development of this species based on thermal units is critical to develop strategies for their management. Thus, this work was developed with the objective to evaluate the growth and development of *Digitaria insularis* in southern Minas Gerais, based on thermal units (degree day), through logistic equations. The experiment was development in the area of the Federal Institute of Education, Science and Technology in southern Minas Gerais, Campus Machado, experiments were developed at different times of the year (increasing and decreasing photoperiod) in order to compare the mass accumulation and development plant phenological, adjusting such variables to logistic models based on the concept of degree-days, the experimental design was a randomized block design with nine treatments (ratings) and three replications.

Keywords: growing degree-day, sourgrass, phenology, dry mass, biology

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. O CAPIM-AMARGOSO.....	11
3. CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO	13
4. MANEJO DO CAPIM-AMARGOSO	14
5. CONCEITO DE GRAUS DIAS	17
6. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
8. CONCLUSÃO.....	30
9. REFERÊNCIAS.....	31

1. INTRODUÇÃO

As plantas daninhas são um dos principais componentes bióticos do agro-ecossistema com capacidade de interferir negativamente nas culturas. Os efeitos negativos causados pelas plantas daninhas se manifestam sobre a quantidade e a qualidade da produção agrícola, consequência da competição pelos recursos de crescimento oferecidos pelo ambiente, da alelopatia ou por serem agentes que hospedam pragas e doenças, permitindo a multiplicação destas. Lorenzi (2006) estima que, no Brasil, as perdas ocasionadas às culturas agrícolas pela interferência das plantas daninhas estejam em torno de 20 – 30%.

Vários fatores influenciam a probabilidade de infestação de plantas daninhas em uma área, como adaptabilidade ecológica e prolificidade de indivíduos, longevidade e dormência das sementes e de outros propágulos, frequência na utilização de herbicidas de único mecanismo de ação e sua persistência, eficácia do herbicida e métodos adicionais empregados no controle das espécies daninhas (GRESSEL e SEGEL, 1990).

Dentre as plantas daninhas comumente encontradas em áreas agrícolas brasileiras, pode-se destacar o capim-amargoso (*Digitaria insularis* (L.) Fedde). Em observações a campo, em áreas onde há uso contínuo de glyphosate, tem-se constatado que plantas originárias de sementes, quando jovens, são controladas pelo herbicida; contudo, quando elas se desenvolvem e formam rizomas, seu controle é ineficiente (MACHADO et al., 2006).

Comumente, esta espécie exige aplicação de doses de glyphosate superiores àquelas recomendadas para adequado controle de outras espécies da família Poaceae. Timossi, Durigan e Leite (2006) observaram que a aplicação de 1440 g ha⁻¹ de glyphosate promoveu controle satisfatório da comunidade infestante, porém, não evitou o rebrote do capim-amargoso. Correia, Leite e Garcia (2010), constataram suscetibilidade diferencial de populações de capim-amargoso ao herbicida glyphosate, o que pode indicar forte evidência de seleção de populações desta espécie resistente ao produto.

Em Jaboticabal (SP), Correia e Durigan (2009), relataram que a aplicação de 2,88 kg ha⁻¹ de glyphosate não foi eficaz no controle de capim-amargoso. Apesar do controle inicial, 70% das plantas rebrotaram, comprovando a capacidade de recuperação delas.

Machado et al. (2008) comentam que a maior dificuldade em controlar plantas de capim-amargoso originadas de rizomas pode estar relacionada com a maior espessura na epiderme das faces adaxial e abaxial e maior espessura da lâmina foliar, quando comparadas com plantas provenientes de sementes. Ainda, observaram grande quantidade de amido nos

rizomas, que pode dificultar a translocação do glyphosate e permitir rápida rebrota da parte aérea das plantas.

A maior espessura da folha é uma característica de plantas adaptadas à sombra (CASTRO; FERREIRA e YAMADA, 1987; TAIZ e ZEIGER, 2004). A partir dessa constatação pode se esperar que as plantas de capim-amargoso oriundas da rebrota do rizoma sejam mais tolerantes ao sombreamento, e, portanto, à supressão de luz realizada pela cultura (controle cultural).

Quando se trata de plantas oriundas de sementes no início de seu desenvolvimento, Pyon (1975) verificou a baixa capacidade competitiva do capim-amargoso em relação à *Panicum maximum* e *Cenchrus ciliaris* em condições normais de luminosidade. E ainda, quando estas espécies se desenvolveram sob condições de até 60% de sombreamento, *Digitaria insularis* teve sua altura, número de perfilhos e matéria seca reduzida drasticamente em relação às demais espécies avaliadas. Porém, mesmo com a aplicação equivalente a 60 Kg de nitrogênio por hectare, essa espécie não conseguiu competir com as demais.

Essas informações estão em concordância com o período de crescimento inicial lento descrito por Machado et al. (2006), que suportam a afirmação de que “o início do desenvolvimento de *Digitaria insularis* é o período de maior sensibilidade dessa planta daninha”, e, portanto, quando há a maior facilidade para a realização de seu controle.

A habilidade de predição de estádios fenológicos, tais como florescimento, desenvolvimento e dispersão de sementes de plantas daninhas pode auxiliar no desenvolvimento das práticas de manejo (GHERSA e HOLT, 1995). Ainda, as características de crescimento de determinada espécie oferecem um indicador de sua habilidade competitiva (HOLT e ORKUTT, 1991).

Em função dos eventos que podem ocorrer ao longo do desenvolvimento vegetal, tem-se a necessidade de adoção de escalas numéricas que estabeleçam níveis para este período. Tradicionalmente, tem-se utilizado dias como contagem de tempo do ciclo, contudo trata-se de uma variável muito sujeita a interferências ambientais que, indiretamente, também se expressam na fenologia.

A análise quantitativa do crescimento é a parte da fisiologia vegetal em que se utilizam modelos e fórmulas matemáticas para a avaliação de índices de crescimento, muitos deles relacionados à atividade fotossintética (REIS e MILLER, 1979). Neste sentido, a área foliar e a massa de matéria seca são variáveis básicas nos estudos de crescimento vegetal, que devem ser obtidas em intervalos regulares de tempo (RADFORD, 1967; BENINCASA, 2004).

A distribuição proporcional da matéria seca nas diferentes partes constituintes das plantas se deve ao processo fisiológico da translocação de fotoassimilados ao longo do ciclo de desenvolvimento das espécies (AGUILERA; FERREIRA e CECON, 2004).

Admite-se, além disso, uma relação linear entre acréscimo de temperatura e o desenvolvimento vegetal (GADIOLI et al., 2000). Assim sendo, torna-se possível o uso de modelos matemáticos e rotinas de simulação que utilizem o conceito de graus dia acumulados (MEDEIROS et al., 2000).

Neste sentido, estudos sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas daninhas fornecem informações sobre os diferentes estádios fenológicos e padrões de crescimento vegetal. Estes resultados permitem a análise do comportamento das plantas perante os fatores ecológicos, bem como sua ação sobre o ambiente, principalmente quanto a sua interferência sobre outras plantas, o que pode contribuir para o desenvolvimento de sistemas de manejo integrado de plantas daninhas (LUCCHESI, 1984; BIANCO et al., 1995).

Este conceito não é diferente para as plantas daninhas, contudo são poucos os estudos que avaliaram o desenvolvimento destas espécies com base em graus-dia acumulados. A predição de diferentes aspectos fenológicos de culturas, plantas daninhas e outras pragas com equações térmicas simples tende a ser uma excelente ferramenta para fornecer soluções práticas para problemas culturais (GHERSA e HOLT, 1995).

Desta forma, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o crescimento e o desenvolvimento de *Digitaria insularis*, com base em dias e unidades térmicas (graus dia), por meio de equações logísticas.

2. O CAPIM-AMARGOSO

O gênero *Digitaria* sp. corresponde cerca de 300 espécies de plantas que estão distribuídas em diferentes regiões do mundo, tanto de clima tropical quanto subtropical (CANTO-DOROW, 2001).

O Brasil hoje é o país com maior diversidade de espécies do gênero *Digitaria* sp., sendo constatada a presença de 26 espécies nativas e de 12 exóticas. Dentre estas espécies, o capim-amargoso atualmente vem apresentando a maior distribuição geográfica, ocorrendo na maioria dos ambientes favoráveis à agricultura, desde o continente asiático ao americano (MONDO et al., 2010).

D. insularis, comumente conhecido como capim-amargoso, é uma espécie nativa de regiões tropicais e subtropicais da América, onde é frequentemente encontrada infestando a cultura da banana, cana-de-açúcar, pastagens, lavouras de café, pomares, beira de estradas e terrenos baldios; que se propaga facilmente por sementes e por rizomas (KISSMANN e GROTH, 1997; LORENZI, 2000; KUVA et al., 2008) e apresenta crescimento inicial lento (MACHADO et al., 2006). Em agrícolas onde não há o estabelecimento de culturas de cobertura na entressafra, tem-se observado aumento na infestação de capim-amargoso.

Na citricultura representa grande inconveniente, pois, além de competir com a cultura, pode abrigar no seu sistema radicular as bactérias do cancro cítrico (KISSMAN e GROTH, 1997). Desta forma, o diagnóstico de plantas daninhas resistentes desta espécie em áreas agrícolas é de extrema importância, pois trata-se do primeiro passo na escolha racional da prática mais adequada de manejo.

O capim-amargoso é uma espécie perene, herbácea, entouceirada, ereta, rizomatosa, de colmos estriados, com 0,5 a 1,0 m de altura. Possui grande potencial como daninha, pois suas sementes são revestidas por muitos pelos, os quais auxiliam sua dispersão por longas distâncias, o que, aliado ao grande percentual germinativo, permite que essa planta se dissemine com grande facilidade (KISSMANN e GROTH, 1997).

O reconhecimento do capim-amargoso em campo pode ser feito facilmente pela observação de sua inflorescência pendente de coloração branco-prateada na maturação, além de frutos do tipo cariopse, os quais são uma de suas principais unidades de dispersão juntamente com a fragmentação do rizoma.

No Brasil, o capim-amargoso possui vários nomes comuns, destacando-se os seguintes: capim-flecha, capim-açú, capim-pororó e milheto-gigante. Na língua inglesa o

nome comum é *sourgrass*, que pode ser traduzido como capim-ácido, devido ao paladar ácido que esta planta possui quando ingerida (GEMELLI, 2012).

Essa espécie pode se tornar dominante, como ocorre em muitos casos nas áreas de café, citros e plantio direto, em que a dose de glyphosate é eficaz para outras espécies e insatisfatória para o adequado controle do capim-amargoso (MACHADO et al., 2006).

Nas últimas décadas, em áreas de cereais onde se utiliza o sistema de plantio direto, o capim-amargoso vem se transformando em uma das mais importantes infestantes, possuindo assim maior relevância dentro da agricultura brasileira, sendo este aumento de ocorrência relacionado às suas características de competitividade. Entre elas, destaca-se a capacidade de formação de rizomas, que apesar de curtos são bem evidentes, formando notáveis touceiras (CLAYTON et al., 2006) e a capacidade de disseminação de propágulos (sementes) praticamente durante todo o verão (LORENZI, 2000).

Em condições de temperaturas alternadas entre 20 e 30 °C, a germinação das sementes de capim-amargoso depende da presença de luz. Já em condições de temperaturas alternadas, entre 15 e 35 °C, a germinação é semelhante tanto na presença quanto ausência de luz, podendo alcançar facilmente 90% de germinação após 10 dias (PYON, 1975; MONDO et al., 2010). Além disso, quando submetidas ao fotoperíodo de 8 a 12 horas de luz, a germinação é mais rápida, alcançando índices de germinação próximos à 70% em 5 dias (Pyon, 1975).

Já a emergência das plântulas de *D. insularis* pode ser afetada pela profundidade de solo na qual essas sementes se encontram. A profundidade mais adequada se encontra entre 1 e 3 cm de profundidade, onde se observa maior velocidade de emergência (PYON; WHITNEY e NISHIMOTO, 1977; MARTINS, 2009). Além disso, Pyon; Whitney e Nishimoto (1977) constataram que as sementes de capim-amargoso são mais tolerantes ao estresse hídrico durante a germinação quando comparado à *Panicum maximum* (capim-colômbio).

D. insularis é uma espécie de *Poaceae* de ciclo perene com metabolismo fotossintético do tipo C₄ (KISSMANN e GROTH, 1997), porém possui crescimento inicial lento até 45 dias após a emergência (DAE). Entretanto, dos 45 aos 105 DAE o seu crescimento é acelerado, com aumento exponencial de matéria seca. Nessa fase, o que favorece o incremento de massa seca das raízes a partir dos 45 DAE se deve principalmente à formação dos rizomas (MACHADO et al., 2006).

3. CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO

Em geral, quando se estudam programas para o manejo integrado de plantas daninhas em agroecossistemas, os conhecimentos sobre a biologia das espécies envolvidas têm grande representatividade (BIANCO et al., 1995).

Estudos sobre o crescimento e o desenvolvimento das plantas daninhas fornecem informações sobre os diferentes estádios fenológicos e padrões de crescimento, tornando assim possível a análise do comportamento dessas plantas diante dos fatores ecológicos, bem como de sua ação sobre o ambiente, principalmente quanto à sua competitividade (LUCCHESI, 1984).

Segundo Benincasa (2004), o uso de análises de crescimento ainda é um dos meios mais simples e precisos para inferir a contribuição de diferentes processos fisiológicos para o crescimento vegetal, tornando possível o conhecimento da cinética de produção de biomassa das plantas e sua distribuição. Radosevich; Holt e Ghera (1997) afirmaram que os processos básicos do crescimento vegetal envolve a produção de massa seca total bem como o acúmulo da área foliar.

Segundo Fernández (1982), uma das maiores limitações aos programas de manejo integrado de plantas daninhas é a falta de conhecimentos sobre a biologia e ecologia dessas plantas. Os conhecimentos adquiridos são considerados essenciais para o desenvolvimento de sistemas de manejo viáveis econômica e ambientalmente (BHOWMIK, 1997); uma vez que o grau de interferência das plantas daninhas sobre as culturas está diretamente relacionado com características próprias da comunidade infestante, tais como: composição específica, densidade e distribuição espacial (BLEASDALE, 1960).

Estudos de crescimento de plantas têm sido frequentemente utilizados para o conhecimento da ecologia de diferentes espécies e para análise comparativa entre espécies daninhas e culturas (DUNAN e ZIMDAHL, 1991; CHRISTOFFOLETI; WEDTRA e MOORE III, 1997; CHRISTOFFOLETI, 2001). As taxas de crescimento podem refletir a habilidade e a hierarquia competitiva das espécies na comunidade vegetal (ROUSH e RADOSEVICH, 1985), a magnitude da taxa de crescimento relativo (TCR) e o tipo de ambiente de origem das plantas daninhas (GRIME e HUNT, 1975).

Melo et al. (2010) conduziram trabalho, em condições controladas, utilizando biótipos de *D. insulares* resistente e susceptíveis ao glyphosate e verificaram que as plantas resistentes possuem desenvolvimento mais rápido que as plantas susceptíveis.

4. MANEJO DO CAPIM-AMARGOSO

Atualmente o controle químico das plantas daninhas por meio da aplicação de herbicidas é a opção mais utilizada pelos produtores, devido a sua alta eficiência; contudo, sabe-se que a contínua aplicação do mesmo herbicida ou de herbicidas que tenham o mesmo mecanismo de ação em anos consecutivos, favorece ao aparecimento de casos de resistência (LÓPEZ-OVEJERO, 2006).

O glyphosate hoje é considerado um dos herbicidas de maior importância mundial, sendo utilizado por muitos anos no controle de plantas daninhas anuais e perenes em diversos sistemas de produção (FAIRCLOTH et al., 2001; BLACKSHAW e HARKER, 2002). O primeiro relato de um biótipo de *D. insularis* (capim-amargoso) resistente ao glyphosate foi no Paraguai, em 2006, depois no Paraná (BR), em 2008 (ADEGAS; BAGATELI e GAZZIERO, 2013). A intensa utilização de glyphosate nas áreas citrícolas do Estado de São Paulo favorece o aumento da pressão de seleção que, aliado à boa adaptabilidade ecológica das espécies de capim-amargoso, contribuem para a seleção de biótipos resistentes dessa espécie (CHRISTOFFOLETI et al., 2009).

Atualmente, existem poucos princípios ativos registrados no Brasil para o controle de *Digitaria insularis* e, além disso, excetuando-se o glyphosate, os herbicidas disponíveis são geralmente recomendados para aplicação em pré-emergência ou em estádios precoces de desenvolvimento dessa planta daninha, fato já esperado devido às características já discutidas anteriormente (GEMELLI, 2012).

Quando se trata do controle de *Digitaria insularis* em pré-emergência, não são relatados problemas na literatura, pois existem vários mecanismos de ação que possuem eficácia sobre capim-amargoso nessa modalidade: inibidores de divisão celular, inibidores do fotossistema II, inibidores da síntese de carotenóides, inibidores da ALS (enzima Aceto Lactato Sintase), inibidores da protox.

Para aplicações em pós-emergência, o número de mecanismos de ação se restringe a cinco: tem-se os inibidores da GS-GOGAT, ACCase (Acetyl-CoA carboxylase), FSI, síntese de carotenóides e EPSPS (enol-piruvil-shiquimato-fosfato-sintase). No entanto, das cinco opções, apenas três são de herbicidas com caráter sistêmico: os inibidores da síntese de carotenóides, ACCase e EPSPS. Contudo, o glyphosate é o único que não possui restrição de uso em relação ao estágio das plantas de *Digitaria insularis*, podendo ser utilizado em plantas adultas (florescimento pleno) utilizando-se a dose recomendada (GEMELLI, 2012).

No entanto, quando são utilizados somente herbicidas de ação de contato, como o formulado de paraquat+diuron e amônio-glufosinato, em plantas de capim amargoso, é comum que ocorra a diminuição dos níveis de controle com o passar do tempo (MELO, 2011). Porque estes herbicidas não são capazes de atuar nos órgãos de reserva e assim, mesmo que as plantas ainda se encontrem com poucos perfilhos, é possível que estas já tenham iniciado a formação de seus rizomas e, portanto, já apresentem a capacidade de emitir novos perfilhos utilizando as reservas armazenadas nos rizomas.

No início do desenvolvimento, as plantas de *Digitaria insularis* são mais facilmente controladas. Dornelles (2004) verificaram níveis de controle acima de 85% com a utilização de atrazine, mesotrione e nicosulfuron quando as plantas se encontravam no estágio de 3 a 4 folhas.

No entanto, quando se trata de plantas em estágio avançado de desenvolvimento (florescidas) observam-se níveis de controle próximos a 50% com a utilização de [paraquat + diuron], porém com elevada ocorrência de rebrota (PROCÓPIO et al., 2006).

Com a introdução de cultivares geneticamente modificados, os chamados transgênicos, resistentes aos herbicidas inibidores da enzima EPSP (enol-piruvil-shiquimato-fosfato-sintase), as espécies daninhas como a *Conyza* spp, *Lolium multiflorum*, *Digitaria insularis*, *Euphorbia heterophylla*, *Eleusine indica* e *Parthenium hysterophorus* têm se tornado resistente ao herbicida glyphosate (VASCONCELOS et al., 2012).

A resistência de plantas daninhas a herbicidas é definida como a capacidade natural e herdável de determinados biótipos, dentro de uma população, de sobreviver e se reproduzir após a exposição a doses de herbicidas que normalmente levariam à morte indivíduos suscetíveis da mesma espécie (CHRISTOFFOLETI e LÓPEZ-OVEJERO, 2008).

A resistência de plantas daninhas aos herbicidas é um fenômeno natural que ocorre espontaneamente em suas populações, não sendo, portanto, o herbicida o agente causador da resistência, mas sim selecionador dos indivíduos resistentes que se encontram em baixa frequência inicial (CHRISTOFFOLETI e LÓPEZ-OVEJERO, 2008).

Geralmente, um mesmo herbicida aplicado frequentemente na mesma área não possui espectro de ação suficiente para controlar todas as espécies existentes, podendo então selecionar uma espécie dominante, como acontece em muitos casos em diversas lavouras de café e áreas de plantio direto, em que a dose de glyphosate é satisfatória para outras espécies e insuficiente para o efetivo controle de *D. insularis* (MACHADO et al., 2006).

As diferenças na suscetibilidade de espécies de plantas daninhas a herbicidas têm sido atribuídas ao estágio de desenvolvimento da planta, à diferença na morfologia (área e forma

do limbo, ângulos ou orientação das folhas em relação ao jato de pulverização), à anatomia foliar (presença de estômatos e pelos, espessura e composição da camada cuticular) e às diferenças na absorção, translocação, compartimentalização e no metabolismo da molécula herbicida (DALL'ARMELLINA e ZIMDAHL, 1989; WESTWOOD e WELLER, 1997; VARGAS et al., 1999; TUFFI; MEIRA e SANTOS, 2004).

Segundo Machado et al. (2008), o principal responsável pela resistência do capim-amargoso ao glyphosate, seria a reserva de amido acumulada nos rizomas o qual dificulta a translocação e permite uma rápida rebrota da parte aérea após ser tratada com o herbicida.

Carvalho (2011), em concordância, mostrou que os mecanismos que conferem resistência ao capim-amargoso estão relacionados à mais lenta absorção de glyphosate por plantas do biótipo resistente, assim como a mais rápida metabolização do glyphosate em AMPA (aminometilfosfônico), glioxilato e sarcosina. Além disso, a translocação é muito menor em plantas do biótipo resistente em relação ao susceptível, mesmo em plantas novas, com 3 a 4 folhas.

Diferenças na absorção, na translocação e no metabolismo até 72 horas após aplicação do glyphosate em *Amaranthus hybridus*, *Ipomoea grandifolia* e *Commelina benghalensis* foram estudadas por Monquero et al. (2004). *A. hybridus* teve 90% de absorção, com taxa de translocação de 25%, e a maior parte do herbicida permaneceu na folha. *I. grandifolia* teve 80% de absorção, com 68,5% presente na folha tratada e 11,5% do herbicida translocado. *C. benghalensis* teve 66% absorvidos, com 26,3% do herbicida translocado, com indicações da ausência de barreiras quanto à translocação, e 40,8% do herbicida foi metabolizado. Os prováveis mecanismos de tolerância desta espécie ao glyphosate se deveram à absorção e ao metabolismo diferencial.

Ferreira et al. (2008) mencionaram que o mecanismo de resistência está relacionado à translocação diferencial desse herbicida nos biótipos, pois houve maior concentração do ¹⁴C-glyphosate absorvido nas folhas, no caule e nas raízes do biótipo suscetível comparado ao biótipo resistente, que apresentou maior acúmulo apenas na folha tratada.

Como o glyphosate e os herbicidas inibidores da ACCase são os principais herbicidas usados como graminicidas pós-emergentes, é normal que após a ocorrência de um biótipo resistente a um dos mecanismos, o uso do outro aumente intensamente e com isso também a pressão de seleção (HEAP, 2012).

Apesar da dificuldade do controle químico de plantas adultas de capim-amargoso, obtêm-se resultados satisfatórios utilizando-se doses mais elevadas de glyphosate ou a sua associação com outros herbicidas (PROCÓPIO et al., 2006).

5. CONCEITO DE GRAUS DIAS

A duração das fases fenológicas de uma cultura, avaliada pelo número de dias, pode variar entre regiões, anos e datas de semeadura, em razão das variações climáticas, como umidade relativa, temperatura do ar e do solo, chuva, radiação solar e fotoperíodo (COSTA, 1994).

A duração de subperíodos e ciclos da planta estão associados às variações das condições ambientais e não somente ao número de dias. A temperatura torna-se o elemento climático mais importante para predizer a fenologia da cultura, desde que não haja deficiência hídrica. A utilização da temperatura média do ar, em uma escala diária, é uma boa estimativa indireta da quantidade de energia química metabólica produzida pelo material genético (GADIOLI et al., 2000).

O método dos graus-dia baseia-se na premissa de que uma planta necessita de uma certa quantidade de energia, representada pela soma de graus térmicos necessários, para completar determinada fase fenológica ou mesmo o seu ciclo total. Cada espécie vegetal ou variedade possui uma temperatura base, que pode variar em função da idade ou da fase fenológica da planta. Geralmente adota-se uma única temperatura base para todo o ciclo da planta por ser mais fácil a sua aplicação (PRETT, 1992).

As plantas desenvolvem-se à medida que acumulam unidades térmicas acima de uma temperatura base, entretanto abaixo dessa temperatura basal o crescimento cessa. Através do acúmulo térmico, também conhecido como graus-dia, têm-se obtido ótimas correlações com a duração do ciclo da cultura, ou seja, com os estádios do desenvolvimento fenológico de uma determinada cultivar (MEDEIROS et al., 2000).

Essas informações, associadas ao conhecimento da fenologia da cultura, podem ser utilizadas na prática para determinar qual a melhor época de semeadura, de utilização de insumos (fertilizantes, inseticidas, fungicidas e principalmente herbicidas) e de colheita (GADIOLI et al., 2000).

6. MATERIAL E MÉTODOS

Foram desenvolvidos dois experimentos iguais em área do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Câmpus Machado – MG (21° 40' S; 45° 55' W; 850 m de altitude). O trabalho foi desenvolvido em duas etapas uma em fotoperíodo crescente e outra em fotoperíodo decrescente. Em cada experimento, avaliou-se o crescimento do capim-amargoso (*Digitaria insularis*) em condição de inverno/primavera (primeiro) e verão/outono (segundo).

O primeiro experimento foi realizado entre agosto e dezembro de 2012 (fotoperíodo crescente), enquanto o segundo foi desenvolvido entre março e julho de 2013 (fotoperíodo decrescente). Os propágulos de capim-amargoso foram coletados em áreas agrícolas e não-agrícolas do município de Machado – MG. Posteriormente, as sementes foram acondicionadas em sacos de papel, em local seco, à temperatura ambiente até o início da instalação do trabalho.

As sementes foram distribuídas em excesso em 2 vasos plásticos com capacidade para 4 L, preenchidos com substrato comercial (casca de *Pinus* + turfa + vermiculita). Posteriormente, em estágio de duas folhas definitivas, realizou-se o transplante das plântulas para as parcelas experimentais, também constituídas por vasos plásticos de 4L. A princípio, foram transplantadas três plantas por vaso. Após enraizamento das plântulas, realizou-se desbaste das parcelas, mantendo-se densidade final de duas plantas por vaso. Os vasos foram preenchidos com proporção de substrato comercial e vermiculita (3:1; v:v), acrescentando-se fertilizante comercial completo que forneceu (mg/parcela): N a 600; P₂O₅ a 600; K₂O a 800; S a 100; Mg a 20; Zn a 4; B a 0,8; Fe a 8, Cu a 2, Mn a 4 e Mo a 0,8. Adicionalmente, realizaram-se duas fertilizações de cobertura com 630 mg de N e 720 mg de S, quando identificou-se pleno perfilhamento das plantas (seis perfilhos) e em pré-florescimento. Em ambos os experimentos, os vasos foram irrigados diariamente, sem a ocorrência de deficiência hídrica.

Quanto ao desenvolvimento, em intervalo médio de três dias, realizou-se a avaliação da fenologia de toda a população. Para tanto, utilizou-se escala proposta por Hess et al. (1997), escala numérica a qual vai de 0 a 100. O estágio fenológico foi definido quando determinada característica de desenvolvimento foi constatada para 50% + 1 da população de plantas. Em ambos os experimentos, o delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com nove tratamentos (avaliações de crescimento) e três repetições. Em cada avaliação

de massa, três parcelas (repetições) foram aleatoriamente amostradas pelo método destrutivo, que consisti em passar por lavagem em água corrente, para a retirada do substrato remanescente nas raízes e, em seguida, o material foi seco em estufa a 70 °C por 72 h. Após secagem, foi mensurada a massa seca (g planta⁻¹) total das plantas.

Os experimentos foram analisados independentemente, por meio da aplicação do teste F na análise da variância. Os dados fenológicos do capim-amargoso foram ajustados à contagem temporal em dias ou em unidades térmicas acumuladas (Graus Dia – GD) por meio do modelo de regressão linear $y = ax$, em que y diz respeito ao desenvolvimento do capim-amargoso segundo escala fenológica (Hess et al., 1997), x é referente à escala utilizada e a é parâmetro do modelo. Na prática, o parâmetro a desta equação pode ser entendido como o percentual de unidades calóricas ambientais efetivamente convertidas em unidades de fenologia vegetal, permitindo estimativa da velocidade de desenvolvimento das plantas em determinada época do ano ou data de semeadura.

Para cálculo das unidades térmicas diárias, foi utilizada a equação de Gilmore Jr. e Rogers (1958):

$$GD = \left(\frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} \right) - T_b$$

Em que: T_{\max} é a temperatura máxima diária; T_{\min} é a temperatura mínima diária; e T_b diz respeito à temperatura basal, avaliada em 10 ou 15 °C. As temperaturas máximas e mínimas diárias foram obtidas junto à estação meteorológica instalada no campus Machado e disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (Figura 1).

A massa seca total foi analisada por meio de regressões não-lineares do tipo logístico, também com base em dias ou em unidades térmicas (GD). Foi adotado modelo proposto por Streibig (1988):

$$y = \frac{a}{\left[1 + \left(\frac{x}{b}\right)^c\right]}$$

Em que: y é a variável resposta de interesse, x é escala temporal (dias ou GD) e a , b , e c são parâmetros estimados da equação (a é a amplitude existente entre o ponto máximo e o ponto mínimo da variável; b corresponde ao número de graus-dia necessários para a ocorrência de 50% de resposta da variável e c é a declividade da curva ao redor de b).

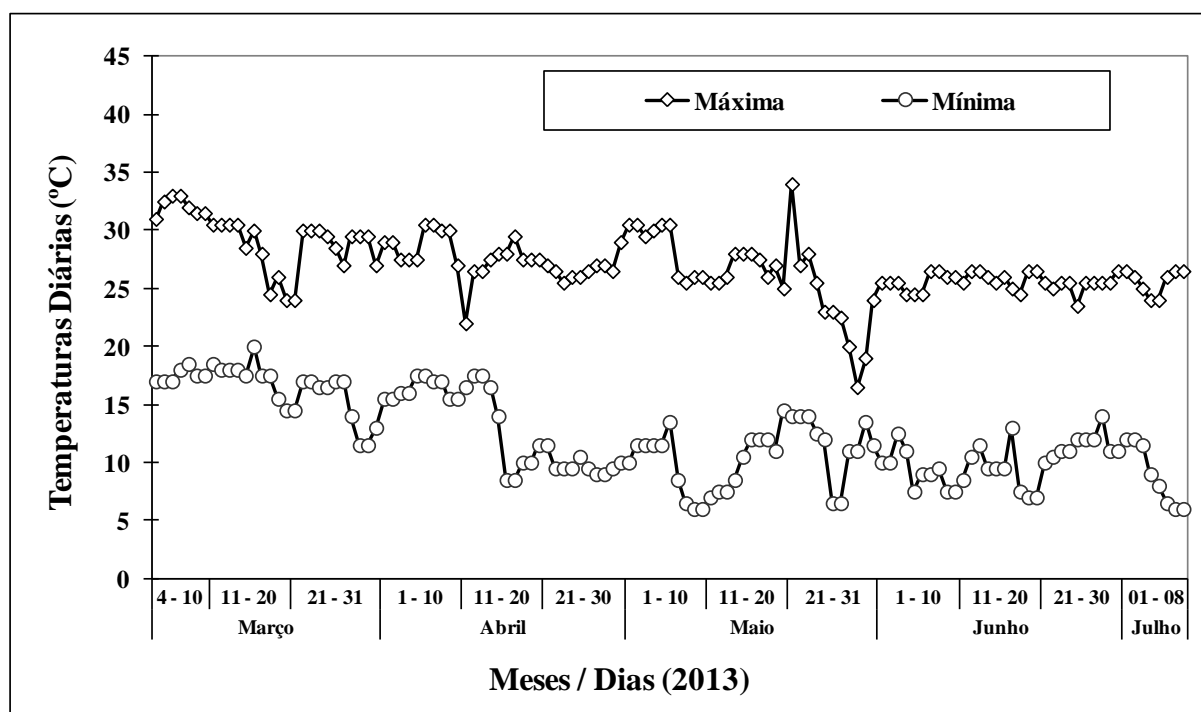
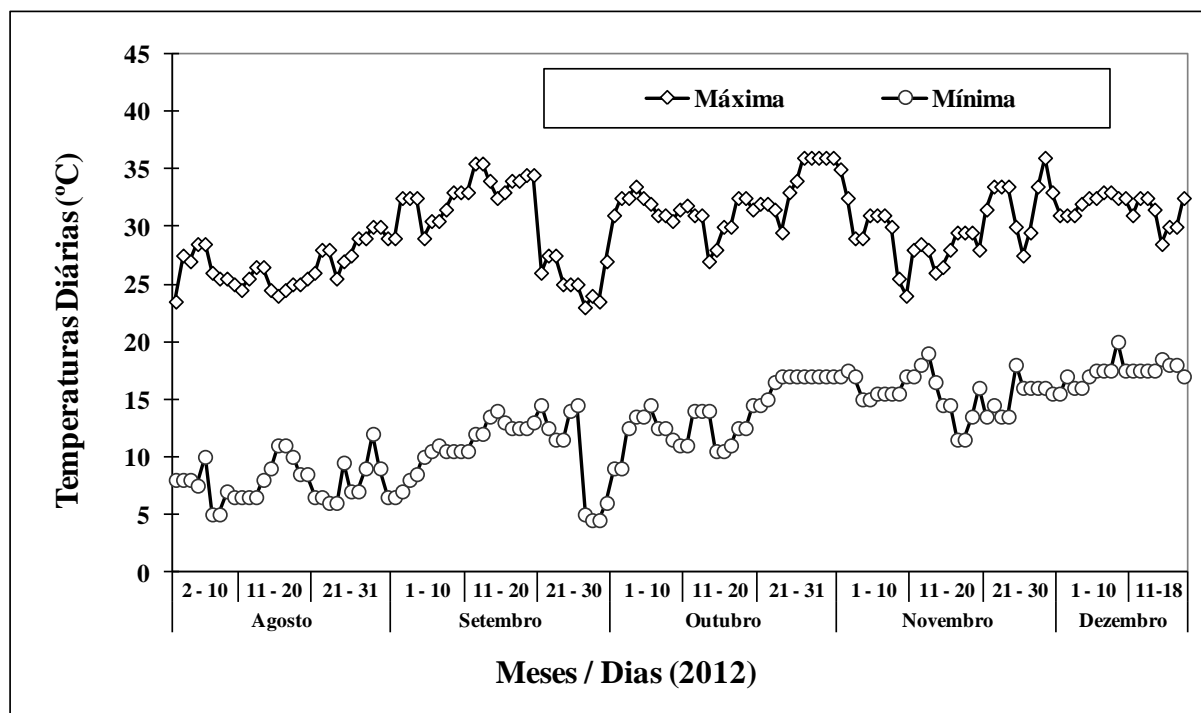


Figura 1. Temperaturas máximas e mínimas diárias para o período e local de desenvolvimento do experimento. A – Segundo semestre de 2012; B – Primeiro semestre de 2013. Machado – MG, 2012/13

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Notadamente, houve adequado ajuste do desenvolvimento fenológico do capim-amargoso às escalas utilizadas, em dias ou unidades térmicas acumuladas (GD), por meio da equação linear de primeiro grau, com coeficientes de determinação sempre superiores a 85% (Tabela 1). Para todas as escalas, detectou-se a sobreposição dos intervalos de confiança dos experimentos desenvolvidos em 2012 e 2013, em condições de fotoperíodo crescente e decrescente. Esta constatação sugere desenvolvimento vegetal semelhante (fenologia) nas diferentes épocas do ano, quando ajustado à contagem de dias ou GD.

Tabela 1. Escala adotada, quadrado médio do resíduo do modelo¹ (QMres), teste F, coeficiente de determinação (R²), parâmetro *a* da equação e intervalo de confiança (I.C.) a 5% de significância, para ajuste do desenvolvimento fenológico de *Digitaria insularis* às unidades térmicas acumuladas (graus-dia) em todas as condições experimentais. Machado, 2013

Fotoperíodo	Ano	Escala	QMres	F	R ²	<i>a</i>	I.C. (5%)	
							Mínimo	Máximo
Crescente	2012	Dias	63,876	551,928**	0,9128	0,4571*	0,4162	0,4980
		Tb 10°C	41,941	849,998**	0,9237	0,0430*	0,0399	0,0461
		Tb 15°C	38,964	916,321**	0,9252	0,0804*	0,0749	0,0860
Decrescente	2013	Dias	35,093	679,572**	0,9186	0,4235*	0,3894	0,4577
		Tb 10°C	49,462	476,918**	0,9080	0,0413*	0,0373	0,0453
		Tb 15°C	74,030	312,674**	0,8900	0,0799*	0,0705	0,0895
Geral		Dias	49,086	1202,359**	0,9430	0,4423*	0,4165	0,4681
		Tb 10°C	43,898	1348,96**	0,9463	0,0423*	0,0399	0,0446
		Tb 15°C	53,535	1099,28**	0,9402	0,0803*	0,0753	0,0851

¹Fenologia = *a*.(Graus-dia); Tb = temperatura basal; *Significativo ao teste t a 5% de probabilidade.

Assim sendo, para a fenologia da espécie, procedeu-se análise conjunta dos experimentos, considerando-se dias, $T_b = 10$ ou 15 °C (Figura 2, 3 e 4). A temperatura basal – T_b é a temperatura mínima para o crescimento de determinada espécie, abaixo da qual o crescimento cessa ou é drasticamente reduzido. Na literatura, usualmente são considerados valores de $T_b = 0$ °C para plantas daninhas e culturas de clima temperado, tais como cevada (*Hordeum vulgare*) e trigo (*Triticum aestivum*) (CAO e MOSS, 1989; KIRKBY, 1995; SHIRTLIFFE; ENTZ e VAN ACKER, 2000; BALL; FROST e GITELMAN, 2004). Já no caso do girassol (*Helianthus annuus*), Granier e Tardieu (1998) encontraram temperaturas basais da ordem de $4,8$ °C.

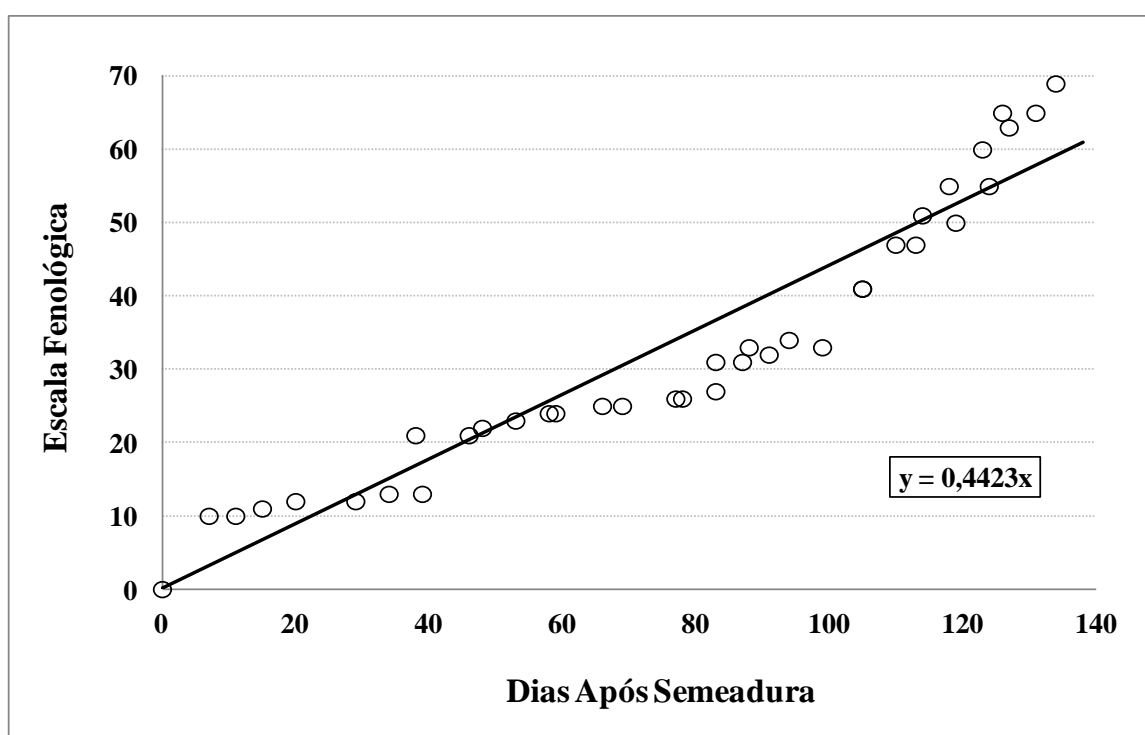


Figura 2. Ajuste do desenvolvimento fenológico do capim-amargoso (*Digitaria insularis*), considerando-se dias acumulados. Machado, 2012/13

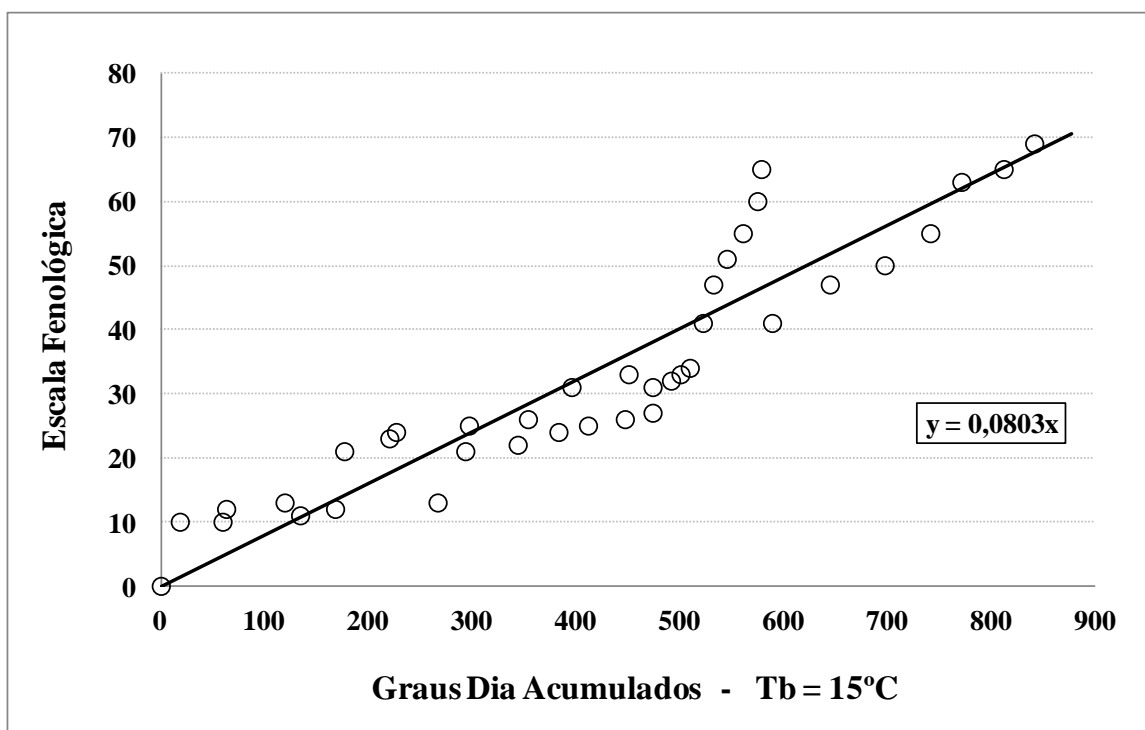


Figura 3. Ajuste do desenvolvimento fenológico do capim-amargoso (*Digitaria insularis*), considerando-se graus dia acumulados, calculados com temperatura basal de 15 °C. Machado, 2012/13

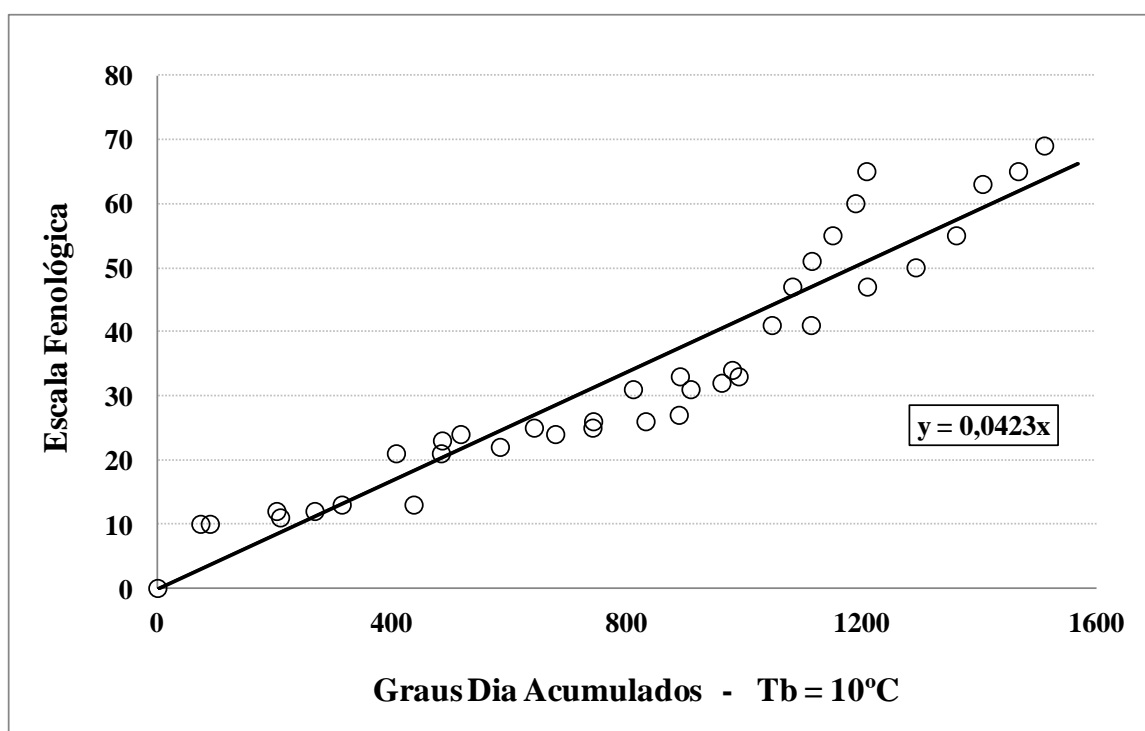


Figura 4. Ajuste do desenvolvimento fenológico do capim-amargoso (*Digitaria insularis*), considerando-se graus dia acumulados, calculados com temperatura basal de 10 °C. Machado, 2012/13

Para o caruru-gigante (*Amaranthus retroflexus*), espécie com ciclo fotossintético do tipo C₄, Gramig e Stoltenberg (2007) registraram Tb = 8,5. Temperaturas basais da ordem de 10 °C têm sido registradas para o feijoeiro (KISH e OGLE, 1980; MEDEIROS et al., 2000), para a cultura do milho (GADIOLI et al., 2000) e para a forrageira *Panicum virgatum* (SANDERSON e WOLF, 1995). Villa Nova et al. (1999) utilizaram Tb = 15 para o capim-elfante cv. Napier (*Pennisetum purpureum*), notadamente uma planta da família Poaceae de clima tropical.

Vasconcelos et al. (2012) relataram temperatura basal de 15 °C para o capim-amargoso, em experimento desenvolvido com fotoperíodo decrescente (Janeiro – Julho / 2011). Assim sendo, considerando-se o porte do capim-amargoso, ciclo fotossintético do tipo C₄ e classificação como planta daninha perene, julga-se como adequada a atribuição de Tb = 10 °C ou 15 °C, adotadas para a análise de massa seca.

Machado et al. (2006), em experimento desenvolvido entre abril e agosto de 2004, consideraram o capim-amargoso como espécie de crescimento inicial lento, com florescimento entre 63 e 70 dias após emergência (DAE). Bianco; Carvalho e Bianco (2012), cultivando o capim-amargoso entre novembro de 2010 e abril de 2011, também relataram crescimento inicial lento da espécie, cujo florescimento se deu aos 63 DAE e ponto máximo de acúmulo de massa seca aos 143. Nas condições de Machado - MG, em média, o florescimento da espécie ocorreu 120 após sementeira (Tabela 2). Esta informação tem valiosa aplicação prática, pois assegura que, após germinação das sementes, tem-se ao menos 60 dias de intervalo para utilização de medidas de manejo antes que o florescimento ocorra. Pacheco e De Marinis (1984), estudando o capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*), também observaram intervalos de florescimento da espécie variáveis entre 60 e 150 DAS. Para tanto, vale ressaltar que, dentre os fatores ecológicos, o efeito da temperatura é proeminente e pode influenciar o crescimento e a produtividade das diferentes espécies de plantas (MCLANCHLAN et al., 1993; GUO e AL-KHATIB, 2003); contudo, o efeito do fotoperíodo pode ser determinante para estimular ou retardar o florescimento das plantas.

Tabela 2. Escala adotada, momento com registro do florescimento, coeficiente de determinação (R^2) do modelo¹, e parâmetros a , b e c da equação logística utilizada para ajuste da massa seca total do capim-amargoso (*Digitaria insularis*), em todas as condições experimentais. Machado, 2013

Ano	Fotoperíodo	Escala	Florescimento Observado em Graus-dia	Parâmetros do Modelo			R^2
				a	b	c	
2012	Crescente	Dias	125	132,593	131,264	-6,417	0,982
		Tb 10°C	1380	121,753	1418,571	-5,335	0,985
		Tb 15°C	760	118,754	770,334	-4,602	0,986
2013	Decrescente	Dias	123	6,971	98,908	-5,805	0,956
		Tb 10°C	1190	6,825	1002,686	-8,242	0,953
		Tb 15°C	575	6,393	502,344	-13,816	0,957

¹ $y=a/(1+(x/b)^c)$; Tb = temperatura basal.

Considerando-se $T_b = 10\text{ }^\circ\text{C}$, o florescimento do capim-amargoso foi identificado após acúmulo de 1380 e 1190 graus dia (GD), para fotoperíodo crescente e decrescente, respectivamente (Tabela 2). De forma análoga, para $T_b = 15\text{ }^\circ\text{C}$, registrou-se florescimento da espécie após acúmulo de 760 e 575 GD, para fotoperíodo crescente e decrescente, respectivamente. Notadamente, embora não tenha sido identificada diferença no número de dias para florescimento da espécie, registrou-se menor acúmulo de unidades térmicas em condição de fotoperíodo decrescente (Tabela 2).

Foi identificado crescimento inicial lento para a espécie, com posterior acúmulo exponencial de massa seca na condição de fotoperíodo crescente (Figura 5, 6 e 7). Esta observação está em concordância com Machado et al. (2006), que relataram crescimento inicial lento até 45 dias após transplante, dessa forma, infere-se que o melhor período para controle de *D. insularis* é até os 45 DAE, quando os rizomas ainda não foram formados. Os valores máximos de massa seca foram registrados para a condição de fotoperíodo crescente, da ordem de 75 g planta^{-1} . Em condições de fotoperíodo decrescente foram registrados os valores mínimos de massa seca acumulada, com média da ordem de 6 g planta^{-1} , ao final do experimento. Neste sentido, Bianco; Carvalho e Bianco (2012) registraram máximo acúmulo teórico de massa seca de $12,41\text{ g}$; enquanto que Machado et al. (2006) registraram $30,66\text{ g planta}^{-1}$. Melo (2011) detectou, inclusive, influência do biótipo estudado, com massa seca total variável entre $30\text{ e }45\text{ g planta}^{-1}$. Todos os parâmetros dos modelos logísticos ajustados às unidades térmicas acumuladas estão apresentados na Tabela 2.

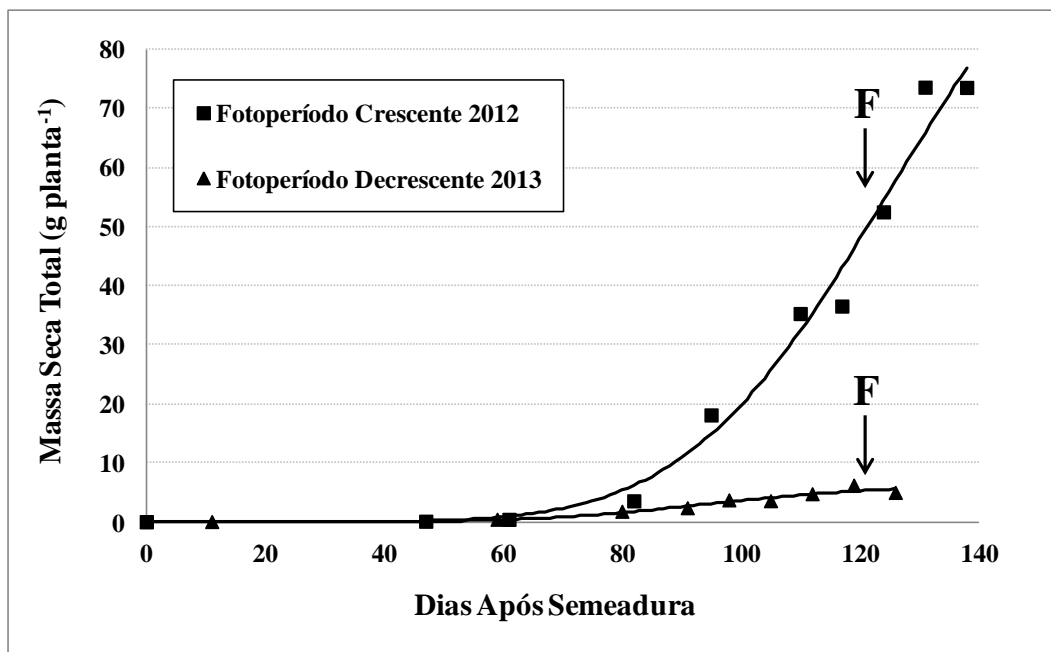


Figura 5. Acúmulo de massa seca total por plantas de capim-amargoso (*Digitaria insularis*), em duas condições distintas de crescimento, com base em dias. F = estágio fenológico de florescimento. Machado, 2012/13

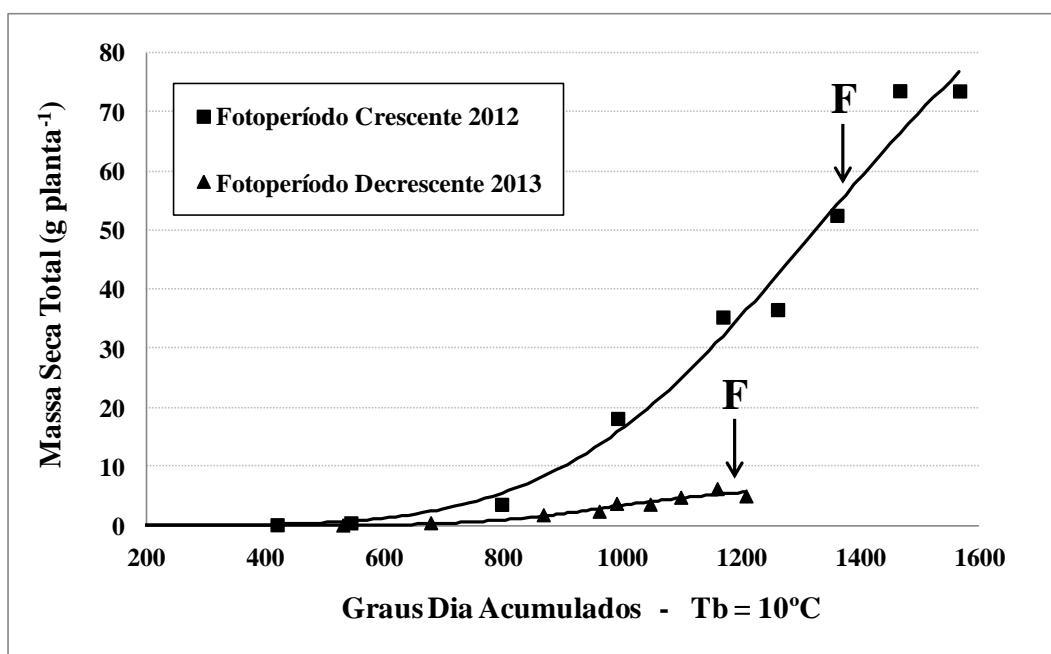


Figura 6. Acúmulo de massa seca total por plantas de capim-amargoso (*Digitaria insularis*), em duas condições distintas de crescimento, considerando-se graus dia acumulados, calculados com temperatura basal de 10°C. F = estágio fenológico de florescimento. Machado, 2013

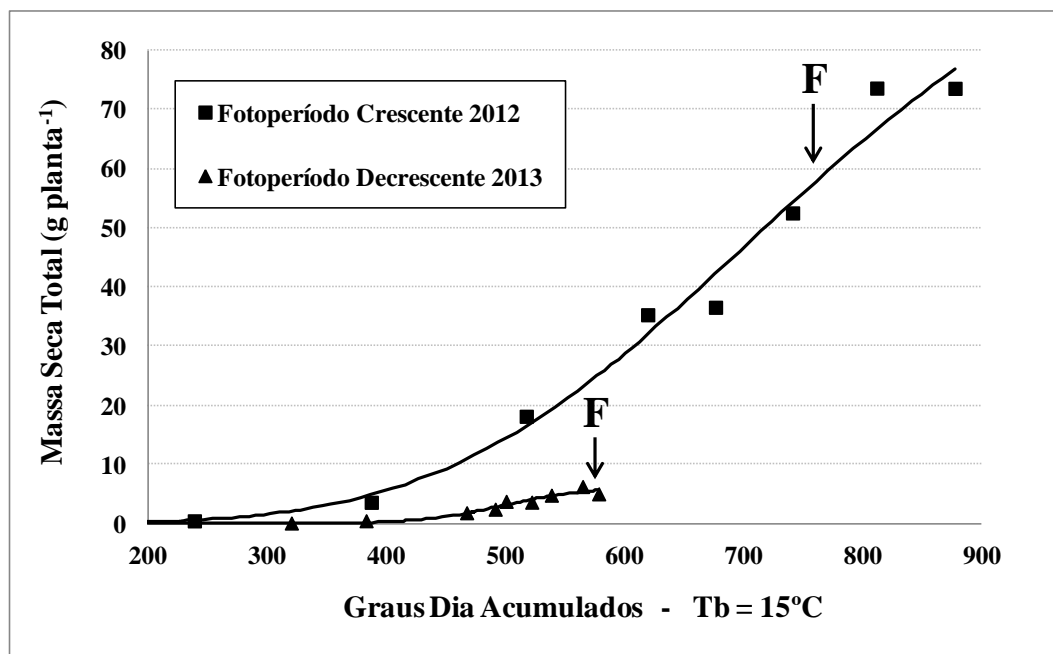


Figura 7. Acúmulo de massa seca total por plantas de capim-amargoso (*Digitaria insularis*), em duas condições distintas de crescimento, considerando-se graus dia acumulados, calculados com temperatura basal de 15°C. F = estágio fenológico de florescimento. Machado, 2013

A análise global dos dados permite assumir que a contagem do tempo em dias, bem como com unidades térmicas, por meio dos GD, podem ser utilizados como estimadores da fenologia do capim-amargoso, contudo não estimam adequadamente o crescimento da espécie, de comportamento diferencial entre as condições de fotoperíodo (Figuras 5, 6 e 7). Fica claro que outras variáveis também influenciam o acúmulo de massa seca podendo, potencialmente, complementar o modelo matemático. O fluxo e duração da radiação fotossinteticamente ativa, a disponibilidade de nutrientes e água, a perda de tecido fotossintético e, sem dúvida, o fotoperíodo também podem afetar o crescimento e desenvolvimento vegetal (RUSSELLE et al., 1984; GRAMIG e STOLTENBERG, 2007).

Neste ponto, vale a pena ressaltar que crescer é diferente de desenvolver. Enquanto crescer pode ser entendido como aumento irreversível de massa e volume, desenvolver diz respeito à alternância entre sucessivos estádios fisiológicos, com expressão sobre a fenologia da planta. Assim sendo, ao menos em teoria, uma planta é capaz de crescer sem, necessariamente, desenvolver e vice-versa. A análise conjunta das variáveis ambientais (Figura 1), o desenvolvimento fenológico (Tabela 1; Figuras 2, 3 e 4), a demanda de tempo ou temperatura para florescimento (Tabela 2), e acúmulo de massa seca (Figuras 5, 6 e 7) deixa

claro o comportamento distinto das plantas para o binômio crescimento-desenvolvimento quando reconhecem determinada época do ano.

Em condição de fotoperíodo crescente, o desenvolvimento fenológico ocorre mais lentamente (760 GD para florescimento; $T_b = 15\text{ °C}$), enquanto a planta permite que maior rendimento calórico seja direcionado ao acúmulo de massa e estabelecimento no ambiente (maior crescimento; Figura 5; 6; 7) para, posteriormente, iniciar florescimento e produção de sementes. Em resumo, pode-se assumir que houve maior investimento vegetal em crescer e menor investimento em desenvolver.

Em condição de fotoperíodo decrescente a situação se inverte, registrando-se 575 GD para florescimento e menor massa. Possivelmente, as plantas reconheceram os dias mais frios (Figura 1), ou o fotoperíodo desfavorável (dias curtos), como adversidades ambientais e passaram a direcionar maior parte da soma calórica ao desenvolvimento fenológico. Nesta condição, assume-se maior interesse da espécie em desenvolver e produzir sementes e menor interesse em crescer. Não houve diferença notável no número de dias para florescimento (120), visto que o acúmulo de calor foi diferente nas distintas estações do ano.

Potencialmente, tem-se o binômio fisiológico crescer-desenvolver, que por vezes é equilibrado, no entanto maior investimento em um evento retarda o progresso do outro e vice-versa.

8. CONCLUSÃO

Conclui-se que o desenvolvimento fenológico do capim-amargoso pode ser previsto por meio de modelos matemáticos que utilizem dias ou unidades térmicas acumuladas como escala para contagem de tempo, contudo ressalta-se que outras variáveis ambientais também interferem no crescimento da espécie (acúmulo de massa), com potencial destaque para o fotoperíodo.

Essas informações fornecem excelente ferramenta de previsão e manejo de lavouras, conhecendo-se a quantidade de calor necessária entre sucessivos estádios fenológicos, podem-se prever datas de pulverização ou roçadas com maior precisão, evitando-se a ocorrência da chuva de sementes.

9. REFERÊNCIAS

- ADEGAS, F.; BAGATELI, J.; GAZZIERO, D. **Glycines (G/9) resistant weeds by species and country**. Disponível em: <<http://www.weedscience.org/Details/Case.aspx?ResistID=5351>>. Acessado em: 12 ago. 2013.
- AGUILERA, D.B.; FERREIRA, F.A.; CECON, P.R. Crescimento de *Siegesbeckia orientalis* sob diferentes condições de luminosidade. **Planta Daninha**, v.22, n.1, p.43-51, 2004.
- BALL, D.A.; FROST, S.M.; GITELMAN, A.I. Predicting timing of downy brome (*Bromus tectorum*) seed production using growing degree days. **Weed Science**, v.52, n.4, p.518-524, 2004.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas**: noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 2004. 42p.
- BHOWMIK, P.C. Weed biology: importance to weed management. **Weed Science**, v.45, n.33, p.349-356, 1997.
- BIANCO, S.; CARVALHO, L.B.; BIANCO, M.S. Acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de *Digitaria insularis* (L.) Fedde. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 28., Campo Grande, 2012. **Resumos Expandidos...** Campo Grande: SBCPD, 2012. p.111-115.
- BIANCO, S.; PITELLI, R.A.; PAVANI, M.C.M.D.; SILVA, R.C. Estimativa da área foliar de plantas daninhas. XIII – *Amaranthus retroflexus* L. **Ecossistema**, v. 20, n. 1, p. 5-9, 1995.
- BLACKSHAW, R.E.; HARKER, K.N. Selective weed control with glyphosate in glyphosate-resistant spring wheat (*Triticum aestivum*). **Weed Technology**, v.16, n.4, p.885-892, 2002.
- BLEASDALE, J.K.A. Studies on plant competition. In: HARPER, J.L. (Ed.). **The biology of weeds**. Oxford: Blackwell Scientific Publication, 1960. p.133-142.
- CANTO-DOROW, T.S. *Digitaria* Heister ex Haller. In: WANDERLEY, M.G.L.; SHEPHERD, G.J.; GIULIETTI, A.M. (Ed.) **Flora fanerogâmica do Estado de São Paulo**. São Paulo: HUCITEC, 2001. p.143-150.
- CAO, W.; MOSS, D.N. Temperature and daylength interaction on phyllochron in wheat and barley. **Crop Science**, v.29, n.4, p.1046-1048, 1989.
- CARVALHO, L.B. **Interferência de *Digitaria insularis* em *Coffea arabica* e respostas destas espécies ao glyphosate**. 2011. 119f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.
- CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: POTAFOS, 1987. 249p.

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.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; WEDTRA, P.; MOORE III, F. Growth analysis of sulfonylurea-resistant and susceptible kochia (*Kochia scoparia*). **Weed Science**, v. 45, n.5, p. 691-695, 1997.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F. Resistência das plantas daninhas a herbicidas: definições, bases e situação no Brasil e no mundo. In: CHRISTOFFOLETI, P.J. (Coord.) **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 3. ed. Campinas: Associação Brasileira de Ação a resistência de Plantas aos Herbicidas (HRAC-BR), 2008. p.9-32.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; NICOLAI, M.; DIAS, A.C.R.; MELO, M.S.C.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F; GALLI, A.J. Avaliação da suspeita de resistência de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) ao herbicida glifosato em pomares cítricos no Estado de São Paulo - Brasil. In: CONGRESSO DA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE MALHERBOLOGIA, 22., ; CONGRESSO DA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS, 19.. CONGRESS IBEROAMERICANO DE CIÊNCIA DE LAS MALEZAS, 2., 2009. Lisboa. **Resumos...** Lisboa: Fundação Calouste Glubenkian, 2009. p 533-536.

CLAYTON, W. D.; VORONTSOVA, M. S.; HARMAN, K. T.; WILLIAMSON, H. Grass Base -The Online World Grass Flora. Disponível em: <<http://www.kew.org/data/grasses-db.html>>. Acessado em: 14 out. 2013.

COOPER, C. S. Relative growth of alfafa and birdsfoot trefoil seedlings under low light intensity. **Crop Science**., v. 7, n. 3, p.176-178, 1967.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Manejo químico de plantas adultas de *Digitaria insularis* com glyphosate isolado e em mistura com chlorimuron-ethyl ou quizalofop-p-tefuril em área de plantio direto. **Bragantia**, v. 68, n. 3, p. 689-697, 2009.

CORREIA, N.M.; LEITE, G.J.; GARCIA, L.D. Resposta de diferentes populações de *Digitaria insularis* ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v.28, n.4, p.769-776, 2010.

COSTA, A.F.S. **Influência das condições climáticas no crescimento e desenvolvimento de plantas de milho (*Zea mays* L.), avaliadas em diferentes épocas de plantio**. Viçosa, 1994. 109p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa.

DALL' ARMELLINA, A. A.; ZIMDAHL, R. L. Effect of watering frequency, drought, and glyphosate on growth of field bindweed (*Convolvulus arvensis*). **Weed Science**, v. 37, n.3, p. 314-318, 1989.

DORNELLES, S.H.B. Controle de plantas daninhas do gênero *Digitaria* sp. com o herbicida mesotrione na cultura do milho (*Zea mays*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., 2004, São Pedro. **Resumos...** São Pedro: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2004. p.107.

DUNAN, C.; ZIMDAHL, R. L. Competitive ability of wild oats (*Avena fatua*) and spring barley (*Hordeum vulgare*). **Weed Science**, v. 39, n.4, p. 558-563, 1991.

FAIRCLOTH, W.H.; PATTERSON, M.G.; MONKS, C.D.; GOODMAN, W.R.. Weed management programs for glyphosate-tolerant cotton (*Gossipium hirsutum*). **Weed Technology**, v.15, n.3, p.544-551, 2001.

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

FERREIRA, E.A., GALON, L., ASPIAZÚ, I., SILVA, A.A., CONCENÇO, G., SILVA, A.F., OLIVEIRA, J.A., VARGAS, L.. Glyphosate translocation in hairy fleabane (*Conyza bonariensis*) biotypes. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 637-643, 2008.

GADIOLI, J.L.; DOURADO-NETO, D.; GARCÍA Y GARCÍA, A.; BASANTA, M.V. Temperatura do ar, rendimento de grãos de milho e caracterização fenológica associada à soma calórica. **Scientia Agricola**, v.57, n.3, p.377-383, 2000.

GEMELLI, A.; OLIVEIRA JR, R.; CONSTANTIN, J.; BRAZ, G.; JUMES, T.; OLIVEIRA NETO, A.; DAN, H.; BIFFE, D.. Aspectos da biologia de *Digitaria insularis* resistente ao glyphosate e implicações para o seu controle. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.11, n.2, p.231-240, 11, set. 2012.

GHERSA, C.M.; HOLT, J.S. Using phenology prediction in weed management: a review. **Weed Research**, v. 35, n. 6, p. 461-470, 1995.

GILMORE JR., E.C.; ROGERS, J.S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. **Agronomy Journal**, v.50, n.10, p. 611-615, 1958.

GRAMIG, G.G.; STOLTENBERG, D.E. Leaf appearance base temperature and phyllochron for common grass and broadleaf weed species. **Weed Technology**, v.21, n.1, p.249-254, 2007.

GRANIER, C.; TARDIEU, F. Is thermal time adequate for expressing the effects of temperature on sunflower leaf development? **Plant, Cell and Environment**, v.21, n.7, p.695-703, 1998.

GRESSEL, J.; SEGEL, L. A. Modeling the effectiveness of herbicide rotations and mixtures as strategies to delay or preclude resistance. **Weed Technol**, v. 4, n.1, p. 186-198, 1990.

GRIME, J. P.; HUNT, R. Relative growth-rate: its range and adaptive significance in local flora. **Ecology**, v. 63, n. 2, p. 393-422, 1975.

GUO, P.; AL-KHATIB, K. Temperature effects on germination and growth of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*), Palmer amaranth (*A. palmerii*), and common waterhemp (*A.rudis*). **Weed Science**, v. 51, n. 6, p. 869-875, 2003.

HEAP, I.M. **International Survey of Herbicide Resistant Weeds**. Disponível em: <<http://www.weedscience.com>>. Acesso em: 12 out. 2013.

HESS, M.; BARRALIS, G.; BLEIHOLDER, H.; BUHRS, L.; EGGERS, T.H.; HACK, H.; STAUSS, R. Use of the extended BBCH scale - general for descriptions of the growth stages of mono-and dicotyledonous weed species. **Weed Research**, v. 37, n. 6, p. 433-441, 1997.

HOLT, J.S.; ORKUTT, D.R. Functional relationships of growth and competitiveness in perennial weeds and cotton (*Gossypium hirsutum*). **Weed Science**, v. 39, n. 4, p.575-584, 1991.

KIRKBY, E.J.M. Factors affecting rate of leaf emergence in barley and wheat. **Crop Science**, v.35, n.1, p.11-19, 1995.

KISH, A.L.; OGLE, W.L. Improving the heat unit system in predicting maturity date of snap beans. **HortScience**, v.15, n.2, p.140-141, 1980.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF Brasileira, 1997. p. 675-678. Tomo I.

KUVA, M. A.; FERRAUDO, A. S.; PITELLI, R. A.; ALVES, P. L. C. A.; SALGADO, T. P. Padrões de infestação de comunidades de plantas daninhas no agroecossistema de cana-crua. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 549-557, 2008.

LÓPEZ-OVEJERO, R.F. **Resistência de populações da planta daninha *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koel. a herbicidas inibidores da acetil coenzima A carboxilase (ACCase)**. 2006. 101 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 6.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2006. 339 p.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 3 ed., 2000, 720p.

LUCCHESI, A.A. Utilização prática de análise de crescimento vegetal. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, v. 41, n. 1, p. 181-202, 1984.

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**, v.24, n.4, p.641- 647, 2006.

MACHADO, A.F.L.; MEIRA, R.M.S.; FERREIRA, L.R.; FERREIRA, F.A.; TUFFI SANTOS, L.D.; FIALHO, C.M.T.; MACHADO, M.S. Caracterização anatômica de folha, colmo e rizoma de *Digitaria insularis*. **Planta Daninha**, v.26, n.1, p.1-8, 2008.

MARTINS J.F. Efeito da profundidade de sementeira na emergência do capim-amargoso (*Digitaria insularis* (L.) Fedde). In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP (CIC), 21., São José do Rio Preto, SP, 2009. **Resumos...** São José do Rio Preto: UNESP, 2009.

- McLANCHLAN, S.M.; WEISE, S.F.; SWANTON, C.J.; TOLLENAAR, M. Effect of corn induced shading and temperature on rate of leaf appearance in redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.). **Weed Science**, v. 41, n. 4, p. 590-593, 1993.
- MEDEIROS, G.A.; ARRUDA, F.B.; SAKAI, E.; FUJIWARA, M.; BONI, N.R. Crescimento vegetativo e coeficiente de cultura do feijoeiro relacionados a graus-dia acumulados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.9, p.1733-1742, 2000.
- MELO, M.S.C. **Alternativas de controle, acúmulo de chiquimato e curva de crescimento de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) suscetível e resistente ao glyphosate**. Dissertação (Mestrado em Ciências), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2011. Piracicaba: ESALQ, 2011. 73p.
- MELO, M. S. C.; NICOLAI, M.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; BANZATO, T. C. B.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Alternativas de controle para capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glifosato. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27, 2010, Ribeirão Preto. **Resumos...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2010.
- MONDO, V.H.V.; CARVALHO, S. J. P.; DIAS, A. C. R.; FILHO, J. M. Efeitos da luz e temperatura na germinação de sementes de quatro espécies de plantas daninhas do gênero *Digitaria*. **Revista Brasileira Sementes**, v. 32, n.1, p.131-137, 2010.
- MONQUERO, P.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; OSUNA, M.D.; PRADO, R.A. Absorção, translocação e metabolismo do glyphosate por plantas tolerantes e susceptíveis a estes herbicidas. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 123-132, 2004.
- PACHECO, R.P.B.; DE MARINIS, G. Ciclo de vida, estruturas reprodutivas e dispersão de populações experimentais de capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus* L.). **Planta Daninha**, v.7, n.1, p. 13-21, 1984.
- PRETT, S. Comparison of seasonal thermal indices for measurement of corn maturity in a prairie environment. **Canadian Journal of Plant Science**, v.72, n.1, p. 1157-1162, 1992.
- PROCÓPIO, S.O.; PIRES, F.R.; MENEZES, C.C.E.; BARROSO, A.L.L.; MORAES, R.V.; SILVA, M.V.V.; QUEIROZ, R.G.; CARMO, M.L.. Efeitos de dessecantes no controle de plantas daninhas na cultura da soja. **Planta daninha**, v. 24, n. 1, p. 193-197, 2006 .
- PYON, J.Y. **Studies on the biology of sourgrass (*Trichachne insularis* (L.) Nees and of its competition with buffelgrass (*Cenchrus ciliaris* L.) and guineagrass (*Panicum maximum* Jacq.)**. 1975. 133p. Thesis (Doctor of Philosophy in agronomy and Soil Science) - University of Hawaii.
- PYON, J.Y.; WHITNEY, A.S.; NISHIMOTO, R.K. Biology of sourgrass and its competition with buffelgrass and guineagrass. **Weed Science**, v.25, n.2, p.171-174, 1977.
- RADFORD, P.J. Growth analysis formulae – their use and abuse. **Crop Science**, v.7, n.3, p.171-175, 1967.
- RADOSEVICH, S.; HOLT, J.S.; GHERSA, C. **Weed ecology**: implications for vegetation management. New York: John Willey, 1997. 589 p.

REIS, G.G.; MILLER, M. W. **Análise de crescimento de plantas e mensuração do crescimento**. Belém: CPATU, 1979. 35p.

ROUSH, M. L.; RADOSEVICH, S. R. Relationships between growth and competitiveness of four annual weeds. **Journal of Applied Ecology**, v. 22, n. 6, p. 895-905, 1985.

RUSSELLE, M.P.; WILHELM, W.W.; OLSON, R.A.; POWER, J.F. Growth analysis based on degree days. **Crop Science**, v.24, n.1, p. 28-32, 1984.

SANDERSON, M.A.; WOLF, D.D. Morphological development of switchgrass in diverse environments. **Agronomy Journal**, v.87, n.5, p.908-914, 1995.

SHIRTLIFFE, S.J.; ENTZ, M.H.; VAN ACKER, R.C. *Avena fatua* development and seed shatter as related to thermal time. **Weed Science**, v.48, n.5, p.555-560, 2000.

STREIBIG, J.C. Herbicide bioassay. **Weed Research**, v.28, n. 6, p. 479-484, 1988.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TIMOSSI, P.C.; DURIGAN, J.C.; LEITE, G.J. Eficácia de glyphosate em plantas de cobertura. **Planta Daninha**, v.24, n.3, p.475-480, 2006.

TUFFI SANTOS, L. D.; MEIRA, R. M. S. A.; SANTOS, I. C.; FERREIRA, E. A. Efeito do glyphosate sobre a morfoanatomia das folhas e do caule de *Commelina diffusa* e *C. benghalensis*. **Planta Daninha**, v. 22, p. 101-108, 2004.

VARGAS, L.; SILVA, A. A.; BORÉM, A.; FERREIRA, F. A.; TAVARES, S.; SEDIYAMA, T. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 1 ed. Viçosa: JARD Prod. Gráficas Ltda, 1999, 131p.

VASCONCELOS, G.M.P.V.; RODRIGUES, J.S.; ANASTÁCIO, L.R.; KARAM, D. Determinação da temperatura base (Tb) para estudo da exigência térmica de *Digitaria insularis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 28., Campo Grande, 2012. **Resumos Expandidos...** Campo Grande: SBCPD, 2012. p.776-780.

VILLA NOVA, N.A.; BARIONI, L.G.; PEDREIRA, C.G.S.; PEREIRA, A.R. Modelo para previsão da produtividade do capim elefante em função da temperatura do ar, fotoperíodo e frequência de desfolha. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.7, n.1, p.75-79, 1999.

WESTWOOD, J. H.; WELLER, S. C. Absorption and translocation of glyphosate in tolerant and susceptible biotypes of field bindweed (*Convolvulus arvensis*). **Weed Science**, v. 45, n.5, p. 658-663, 1997.

