

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROTEÇÃO DE PLANTAS

ANA MARCELA FERREIRA BARROS VERAS

FENOLOGIA E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE *Ipomoea grandifolia*
(DAMMER) O'DONELL E *Euphorbia heterophylla* L.

RIO LARGO-ALAGOAS

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROTEÇÃO DE PLANTAS

FENOLOGIA E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE *Ipomoea grandifolia*
(DAMMER) O'DONELL E *Euphorbia heterophylla* L.

Tese de Doutorado apresentada ao PPG em
Proteção de Plantas da Universidade
Federal de Alagoas como parte dos
requisitos para obtenção do grau de
Doutora em Proteção de Plantas.

Orientadora: Profa. Dra. Vilma Marques Ferreira

RIO LARGO-ALAGOAS

2018

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias
Bibliotecária Responsável: Myrtes Vieira do Nascimento

V476f Veras, Ana Marcela Ferreira Barros
 Fenologia e armazenamento de sementes de *Ipomoea gradifolia*
 (Dammer) O'Donell e *Euphorbia heterophylla* L. / Ana Marcela Ferreira
 Barros Veras – 2018.
 92 f.; il.

Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) - Universidade Federal de
Alagoas, Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2018.
Orientação: Prof^a. Dr^a. Vilma Marques Ferreira

Inclui bibliografia

1. Plantas daninhas 2. Graus-dias – Método 3. Semente - Qualidade
I. Título.

CDU: 632.5

FOLHA DE APROVAÇÃO

ANA MARCELA FERREIRA BARROS VERAS

FENOLOGIA E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE *Ipomoea grandifolia*
(DAMMER) O'DONELL E *Euphorbia heterophylla* L.

Tese de Doutorado submetida ao
corpo docente do PPG em Proteção
de Plantas da Universidade Federal
de Alagoas e aprovada em 20 de
setembro de 2018.

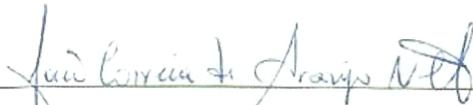


(Profa. Dra. Vilma Marques Ferreira, UFAL) (Orientadora)

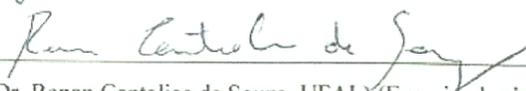
Banca Examinadora:



(Profa. Dra. Sueli da Silva Santos Moura, UFAL) (Examinador externo)



(Prof. Dr. João Correia de Araújo Neto, UFAL) (Examinador interno)



(Prof. Dr. Renan Cantalice de Souza, UFAL) (Examinador interno)

AGRADECIMENTOS

A Deus, minha fonte de fé, sabedoria e proteção.

Aos meus pais, Antonio e Marlene (*in memoriam*), pelos ensinamentos e apoio na concretização desse sonho. A todos da minha família, sempre preocupados e torcendo por mim. Em especial ao meu sobrinho Demetrius.

Ao meu esposo Guilherme, pela compreensão e paciência. E pelo amor e cuidados a nossa família.

Aos meus filhos, Mariana e Vinicius, que sempre estiveram comigo em todas as etapas.

Agradeço a Universidade Federal de Alagoas, que através do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas, possibilitou o meu Doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa.

Aos professores do programa, pela formação acadêmica, respeito e ética durante todo o curso, especialmente ao professore, Renan Cantalice.

À professora Vilma Marques Ferreira, pela orientação, apoio e decisões nos experimentos, de grande relevância na conclusão do estudo.

Agradeço ao casal, professora família.

Vilma e o professor João, pelo acolhimento, amizade, disponibilidade e apoio a minha Ao Professor Ricardo Ferreira, UFAL/CECA, muito disponível para ajudar nos dados do experimento.

Aos Professores, Mácio Moura e Sueli Moura, com a estatística e sugestões na tese.

Ao professor Iêdo Teodoro, pelo apoio na instalação do experimento em campo.

A todos que fazem o Laboratório de Propagação de Plantas, pela disponibilidade e amizade.

Agradeço a Carol, que foi meu apoio na condução dos experimentos.

Aos estagiários de Jailma, do Laboratório de Fisiologia Vegetal, que foram de grande importância nas coletas de campo.

A todos, muito obrigada!!

RESUMO GERAL

Ipomoea grandifolia (Dammer) O'Donell. e *Euphorbia heterophylla* L., conhecidas como corda-de-viola e leiteiro, respectivamente, são plantas daninhas em diversas culturas agrícolas com sistema de produção tradicional e conservacionista. Os estudos de biologia de plantas daninhas produzem informações importantes para o manejo, pois compreendem o comportamento morfofisiológico das espécies, a capacidade reprodutiva e o potencial fisiológico de sementes. O objetivo deste estudo foi compreender a dinâmica de desenvolvimento dessas espécies, com base na previsão de ocorrência dos eventos fenológicos em graus-dia, na produção e qualidade fisiológica, das sementes produzidas e armazenadas. O experimento de fenologia foi realizado no CECA/UFAL, Rio Largo, AL, conduzido em manilhas. Foram distribuídas 10 sementes/cova, a 1,5 cm de profundidade para obter uma população de 10 plantas/manilha, totalizando 50 plantas/espécie. Os estádios fenológicos foram considerados como a data em que 50% + 1 das plantas apresentaram uma mesma característica de desenvolvimento da escala BBCH modificada, e adotando-se, $T_b = 7^{\circ}\text{C} - I. grandifolia$ e $T_b = 14^{\circ}\text{C} - E. heterophylla$, nos cálculos de graus-dia. A produção de sementes/planta para corda-de-viola foi estimada pelo número médio de sementes por fruto x número médio de frutos produzidos por cimeira x número de cimeiras colhidas por planta. Para o leiteiro, a produção foi estimada pelo número médio de frutos produzidos por planta x número de sementes por fruto. Os dados obtidos dos micro-estádios, foram submetidos a análise de variância e regressão polinomial e os dados da produção de sementes à análise estatística descritiva. As sementes colhidas ao final do ciclo de produção das duas espécies, foram acondicionadas em embalagem de vidro e papel, armazenadas no laboratório, câmara seca e geladeira por (0, 30, 60, 120 e 240) dias em um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 3 x 5 (embalagens, ambientes e períodos de armazenamento), e os dados submetidos a análise de variância e regressão polinomial. Transcorrido cada período de armazenamento, amostras de sementes foram retiradas para determinação do teor de água, utilizando duas amostras de 0,61g, em estufa a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$, por 24 horas. Para o teste de germinação, foi utilizado 50 sementes/repetição, distribuídas em caixas transparentes (11x11x3,5cm), utilizando como substrato duas folhas de papel toalha, umedecidas com água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco, incubadas em temperatura alternada de 20-30°C, com fotoperíodo de 12 horas. As avaliações foram realizadas diariamente do 2º ao 15º e 16º dias após a instalação do teste, para corda-de-viola e leiteira, respectivamente, computando-se como critério de plântulas normais, aquelas com raiz e parte aérea bem formadas. A primeira contagem, foi realizada no 3º dia após a instalação do teste para as duas espécies. A massa seca foi mensurada em estufa a 65°C por 48 horas. O ciclo de desenvolvimento da *I. grandifolia* ocorreu em 172,6 dias após a semeadura (DAS), com 3320,47 graus-dia acumulados (GDA) e foram caracterizados quatro macro-estádios e sete micro-estádios fenológicos: 1 (10, 11, 12 e 13) 2 (24) 6 (60) e 8 (89). A produção de sementes de *I. grandifolia* foi estimada em 777 sementes/planta e podem ser armazenadas em laboratório na embalagem vidro por até 90 dias mantendo a viabilidade inicial, e as condições de geladeira promovem a deterioração das sementes nos primeiros 30 dias de armazenadas. O ciclo de desenvolvimento da *E. heretophylla* ocorreu em 90 DAS, com 1051,23 GDA e foram caracterizados quatro macro-estádios e seis micro-estádios fenológicos: 1 (10, 12 e 14) 2 (22) 5 (51) e 8 (89). A produção de sementes de *E. heretophylla* estimada foi 1321 sementes/planta, as quais mantiveram a germinação e o vigor até 240 dias em geladeira. Em condições de laboratório, ocorreu a deterioração das sementes.

Palavras-chave: plantas daninhas, graus-dia, vigor de sementes.

GENERAL ABSTRACT

Ipomoea grandifolia (Dammer) O'Donell. and *Euphorbia heterophylla* L., known as viola cord and dairy respectively, are weeds in various crops with traditional production and conservation systems. Weed biology studies produce important information for management, since they comprise the species morphophysiological behavior, the reproductive capacity and the physiological potential of seeds. The objective of this study was to understand the development dynamics of these species, based on the prediction of the occurrence of phenological events in degree-days, in the production and physiological quality, of the seeds produced and stored. The phenology experiment was carried out in the CECA / UFAL, Rio Largo, AL, conducted in shackles. Ten seeds / pit were distributed at 1.5 cm depth to obtain a population of 10 plants / manilha, totaling 50 plants / species. Phenological stages were considered as the date when 50% + 1 of the plants presented the same characteristic of development of the modified BBCH scale, and adopting, $T_b = 7^{\circ}\text{C}$ - *I. grandifolia* and $T_b = 14^{\circ}\text{C}$ - *E. heterophylla*, in the calculations of degrees-day. The seed / plant production for viola was estimated by the average number of seeds per fruit x average number of fruits produced per summit x number of summits harvested per plant. For the milkman, the production was estimated by the average number of fruits produced per plant x number of seeds per fruit. The data obtained from the micro-stages were submitted to analysis of variance and polynomial regression and the data of the seed production to the descriptive statistical analysis. The seeds harvested at the end of the production cycle of the two species were stored in glass and paper containers, stored in the laboratory, dry chamber and refrigerator for 0, 30, 60, 120 and 240 days in a completely randomized experimental design factorial scheme 2 x 3 x 5 (packaging, environments and storage periods), and data submitted to analysis of variance and polynomial regression. After each storage period, seed samples were taken to determine the water content, using two samples of 0.61 g, in an oven at $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$, for 24 hours. For the germination test, 50 seeds / replicate were used, distributed in transparent boxes (11x11x3,5cm), using as a substrate two sheets of paper towel, moistened with distilled water equivalent to 2,5 times the weight of the dry substrate, incubated in alternating temperature of 20-30°C, with photoperiod of 12 hours. The evaluations were performed daily from the 2nd to the 15th and 16th days after the installation of the test, for viola and dairy, respectively, computing as a criterion of normal seedlings, those with well-formed root and shoot. The first count was performed on the 3rd day after the test installation for the two species. The dry mass was measured in oven at 65°C for 48 hours. The development cycle of *I. grandifolia* occurred at 172.6 days after sowing (DAS), with accumulated 3320.47 day-degrees (GDA) and four macro-stages and seven phenological micro-stages were characterized: 1 (10, 11, 12 and 13) 2 (24) 6 (60) and 8 (89). Seed production of *I. grandifolia* was estimated at 777 seeds / plant and can be stored in the laboratory in the glass container for up to 90 days maintaining the initial viability, and the refrigerator conditions promote the deterioration of the seeds in the first 30 days of storage. The development cycle of *E. heretophylla* occurred in 90 DAS, with 1051,23 GDA and four macro-stages and six phenological micro-stages were characterized: 1 (10, 12 and 14) 2 (22) 5 (51) and 8 (89). Seed production of *E. heretophylla* estimated was 1321 seeds / plant, which maintained the germination and vigor for up to 240 days in the refrigerator. Under laboratory conditions, seed deterioration occurred.

Keywords: weeds, degree-days, seeds vigor.

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1. Análise química das amostras de solo da área do experimento.....	40
Tabela 2. Macro e micros-estádios fenológicos de <i>Ipomoea grandifolia</i> codificados pela escala BBCH modificada com suas respectivas caracterizações, dias após a semeadura (DAS) e graus-dia acumulados (GDA) em um ciclo de produção da espécie em Rio Largo, AL.	45
Tabela 3. Caracterização da produção pelo número médio de cimeiras por planta (NCi/P), número de frutos por cimeira (NFR/Ci), número de sementes por cimeira (NS/Ci) e número de sementes por fruto (NS/FR) de <i>Ipomoea grandifolia</i>	48
Tabela 4. Análise de variância para germinação (GER), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), massa seca (MS) de plântulas e teor de água (TA) das sementes de <i>Ipomoea grandifolia</i> submetidas ao armazenamento em diferentes ambientes e embalagens, durante 240 dias.....	51
Tabela 5. Análise química das amostras de solo da área do experimento	68
Tabela 6. Macro-estádios e micro-estádios fenológicos de <i>Euphorbia heterophylla</i> codificados pela escala BBCH modificada com sua respectiva caracterização, dias após a semeadura (DAS) e graus-dia acumulados (GDA) em um ciclo de produção da espécie, em Rio Largo, AL.....	72
Tabela 7. Caracterização das ramificações pelo número de ramificação no caule principal (NR) e produção final pelo número total de frutos em amadurecimento (NFEA), número total de frutos com sementes em dispersão (NFCSD), e número total de frutos com sementes já dispersas (NFSD) de <i>Euphorbia. heterophylla</i> , Rio Largo, AL	76
Tabela 8. Análise de variância para germinação (GER), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), massa seca (MS) de plântulas e teor de água (TA) das sementes de <i>Euphorbia heterophylla</i> submetidas ao armazenamento em diferentes ambientes e embalagens, durante 240 dias.....	78

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Relação entre GDA e os macro-estádios e micro-estádios fenológicos caracterizados pela escala BBCH modificada em um ciclo de produção da <i>Ipomoea grandifolia</i> em Rio Largo, AL.....	46
Figura 2. Frequência relativa do número de frutos por cimeira (A), número de sementes por cimeira (B) e número de sementes por fruto (C) de <i>Ipomoea grandifolia</i>	50
Figura 3. Teor de água de sementes de <i>Ipomoea grandifolia</i> armazenadas em câmara seca (A), geladeira (B) e laboratório (C), em papel ou vidro, durante 240 dias.....	52
Figura 4. Germinação de sementes de <i>Ipomoea grandifolia</i> armazenadas em câmara seca (A), geladeira (B) e laboratório (C), em papel ou vidro, durante 240 dias.....	53
Figura 5. Primeira contagem de germinação de sementes de <i>Ipomoea grandifolia</i> armazenadas em câmara seca (A), geladeira (B) e laboratório (C), em papel ou vidro, durante 240 dias.....	55
Figura 6. Índice de velocidade de germinação de sementes de <i>Ipomoea grandifolia</i> armazenadas em câmara seca (A), geladeira (B) e laboratório (C), em papel ou vidro, durante 240 dias.....	55
Figura 7. Massa seca de plântulas (g) oriundas de sementes de <i>Ipomoea grandifolia</i> armazenadas em câmara seca (A), geladeira (B) e laboratório (C), em papel ou vidro, durante 240 dias.....	56
Figura 8. Relação entre GDA e os macro-estádios e micro-estádios fenológicos caracterizados pela escala BBCH modificada em um ciclo de produção da <i>Euphorbia heterophylla</i> em Rio Largo, AL.....	73
Figura 9. Teor de água das sementes de <i>Euphorbia heterophylla</i> armazenadas em ambiente de câmara seca (A), geladeira (B) e laboratório (C), em papel ou vidro, durante 240 dias.....	79
Figura 10. Germinação de sementes de <i>Euphorbia heterophylla</i> armazenadas em câmara fria (A), geladeira (B) e laboratório (C), em papel ou vidro, durante 240 dias.....	80

Figura 11. Primeira contagem de germinação de sementes de <i>Euphorbia heterophylla</i> armazenadas em câmara fria (A), geladeira (B) e laboratório (C), em papel ou vidro, durante 240 dias.....	83
Figura 12. Índice de velocidade de germinação de sementes de <i>Euphorbia heterophylla</i> armazenadas em câmara fria (A), geladeira (B) e laboratório (C), em papel ou vidro, durante 240 dias.....	84
Figura 13. Massa seca de plântulas oriundas de sementes de <i>Euphorbia heterophylla</i> armazenadas em câmara fria (A), geladeira (B) e laboratório (C), em papel ou vidro, durante 240 dias.....	85

SUMÁRIO

	Pág.
1. INTRODUÇÃO GERAL	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas.....	14
2.2 Interferência de Convolvulaceae e Euphorbiaceae em culturas agrícolas.....	16
2.3 Fenologia.....	20
2.3.1 Escala BBCH modificada.....	22
2.3.2 Graus-dia.....	23
2.4 Crescimento e Produção de sementes.....	25
2.5 Armazenamento e qualidade fisiológica de sementes.....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
3. FENOLOGIA, PRODUÇÃO E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE <i>Ipomoea grandifolia</i> (DAMMER) O'DONELL	37
3.1 INTRODUÇÃO	39
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	40
3.2.1 Condições experimentais.....	40
3.2.2 Fenologia.....	41
3.2.2.1 Escala BBCH modificada.....	41
3.2.2.2 Graus-dia.....	41
3.2.3 Produção de sementes	42
3.2.4 Qualidade fisiológica de sementes	43
3.2.5 Análise estatística.....	44
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
3.4 CONCLUSÕES	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
4. FENOLOGIA, PRODUÇÃO E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE <i>Euphorbia heterophylla</i> L.	64
4.1 INTRODUÇÃO	66
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	67
4.2.1 Condições experimentais.....	67
4.2.2 Fenologia.....	68
4.2.2.1 Escala BBCH modificada.....	68
4.2.2.2 Graus-dia	68
4.2.3 Produção de sementes.....	69
4.2.4 Qualidade fisiológica de sementes	70
4.2.5 Análise estatística.....	71
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	72
4.4 CONCLUSÕES	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86

1. INTRODUÇÃO GERAL

A corda-de-viola e o leiteiro, são plantas daninhas de ocorrência em diversas culturas agrícolas anuais e perenes, tais como aveia, soja, sorgo, milheto, milho, algodão, café, cana-de-açúcar, mandioca, arroz, pastagens, frutíferas (KISSMANN, 1992). Na cultura da cana-de-açúcar, essas espécies compõem a comunidade infestante tanto no sistema de produção conservacionista, sem a queima da cana antes da colheita (cana crua) quanto no sistema de cultivo tradicional, ocorrendo a queima previamente à colheita (CONCENÇO et al., 2016; KUVA et al. 2007; MONQUERO et al., 2011).

Normalmente, em regiões produtoras do Brasil, as cordas-de-viola, coexistem por longos períodos nas culturas, sendo problemática para o crescimento, práticas culturais e colheita, pois apresentam caule volúvel, e utilizam as plantas cultivadas como suporte ao longo do ciclo de vida, que chega a ser maior que o das culturas, interferindo de forma direta no desempenho das colhedoras (CORREIA; DURIGAN, 2004; VELINI; MARTINS, 1998). As plantas de leiteiro apresentam de dois a três ciclos de vida durante um ano agrícola, sendo muito competitivas com culturas anuais de verão, e muito temida por plantadores de soja pela dificuldade de controle e perdas de rendimento de até 80% quando não manejadas (KISSMANN, 1992; LORENZI, 2008; RAMIRES et al., 2010; VITORINO et al., 2017).

Atualmente, com a expansão de novas fronteiras agrícolas para o Nordeste, denominado “Nordeste úmido”, especialmente o MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) e SEALBA (Sergipe, Alagoas e Bahia), que são faixas de terras nesses Estados que têm sido utilizadas especialmente para a produção de grãos, e que compartilham das mesmas tecnologias e maquinários das regiões produtoras tradicionais do Brasil com a possibilidade de deslocamento para essas áreas no período de entressafra (PROCÓPIO; CARVALHO; SANTIAGO, 2016). Os estudos de plantas daninhas, especificamente no Estado de Alagoas, já mencionam relatos de ocorrência do leiteiro em área agrícola (FERREIRA et al., 2017).

No momento atual, em que ocorre a expansão territorial estratégica, com a produção de soja na região do SEALBA, que engloba 171 municípios do litoral ao agreste, considerada como uma alternativa para a diversificação de culturas e quebra dos monocultivos tradicionais como a cana-de-açúcar, milho e citros, para atender às demandas fora da safra da região Sul e Centro-Oeste, necessita-se formatar, de acordo com Procópio, Santiago e Carvalho (2018) um sistema de produção para essas novas regiões, com informações do ponto de vista técnico, para a implantação e consolidação da soja nesses estados, a exemplo, com estudos de levantamento

das pragas, doenças e plantas daninhas de ocorrência regional, com os seus respectivos métodos de controle.

O controle eficiente em plantas daninhas, mais especificamente o controle químico, depende do estágio de desenvolvimento da planta-alvo, pois as espécies possuem uma sensibilidade maior ou limitada à aplicação de herbicidas, ao longo das sucessivas fases de crescimento e desenvolvimento (FLECK et al., 2008). Roman (1998 e 1999) enfatiza a importância dos estudos de fenologia de plantas daninhas e cultura e o momento de aplicação de herbicidas, pois o manejo inadequado é um dos principais fatores relacionados com reduções de colheitas e, aumento do risco de aplicações desnecessárias de produtos químicos.

No Brasil, os estudos com corda-de-violão e leiteiro, estão mais voltados para o controle químico, em estágios fenológicos estabelecidos, e recomendado com base em dias do calendário civil, mesmo elas compondo a comunidade infestante em diferentes culturas agrícolas e regiões do Brasil, com condições climáticas diversas. Essas espécies carecem de estudos básicos de biologia e ecologia, para se compreender a dinâmica de desenvolvimento nos locais de ocorrência onde são problemáticas, especialmente nos sistemas de cultivo conservacionistas, bem como em novas áreas agrícolas onde têm sido registradas e em fase de transição para o sistema de cultivo conservacionista, obtendo-se resultados mais específicos, adaptados para as características das espécies nas condições climáticas que se propõe.

Os estudos de biologia de plantas daninhas vêm compreender aspectos da morfologia, dormência e germinação de sementes, fisiologia do crescimento, capacidade reprodutiva e competitiva das espécies em diferentes condições climáticas (RAAVINDRA et al., 2008) e os resultados tendem produzir informações para o manejo (ALLEN; BATH, 1989). O comportamento morfofisiológico das espécies pode ser estudado pela fenologia, considerada uma importante ferramenta no manejo de plantas daninhas, ao prever o ciclo de desenvolvimento das espécies e marcar o momento da emergência, sequência do desenvolvimento de folhas na planta, emissão dos órgãos reprodutivos, florescimento, maturação de frutos e sementes, com base em alterações na morfologia, ao longo do crescimento e desenvolvimento das plantas (GHERSA et al. 1995).

Os eventos fenológicos, atualmente são expressos em dias do calendário civil, por acumulação simples de graus-dia ou por modelos mais complexos com parâmetros definidos em equações para melhorar a aplicação. A finalidade de se determinar o tempo biológico das espécies em graus-dia, além de ser um divisor entre as fases de crescimento, permite comparar o crescimento e desenvolvimento de plantas daninhas em diferentes locais, anos e data de plantio, além de relacionar o período crítico de interferência nas culturas, avaliar o impacto do

clima na fenologia das espécies (GILMORE; ROGERS, 1958; KNEZEVIC et al., 2002) indicando semelhanças e diferenças ecofisiológicas (DUNAN; ZIMDAHL, 1991).

Outros subsídios para o manejo de plantas daninhas, podem ser encontrados em respostas fenotípicas relacionados à produção e qualidade fisiológica de sementes. Segundo Risso e Carámbula (1998), a quantidade de sementes produzidas, além de ser um componente da produção final, é fundamental para compreender a dinâmica de produção e a ressemeadura natural no banco de sementes do solo a cada ciclo de produção.

O potencial de armazenamento no solo, ou melhor, o tempo que as sementes permanecerem viáveis, tem relação com as características da espécie e dos fatores a que estão submetidas (BALLARE et al., 1992; RADOSEVICH; HOTH, 1984). O armazenamento é um método de preservar a qualidade fisiológica das sementes, uma vez que pode conservar a viabilidade e o vigor, mas a deterioração vai ocorrer, pois é um processo natural e inevitável ao longo do tempo, todavia a intensidade e velocidade com que ocorre depende das características morfológicas e fisiológicas das sementes e das condições do ambiente onde as sementes permanecerão armazenadas (DELOUCHE; BASKIN, 1973).

Diante desse contexto, o objetivo deste estudo foi compreender a dinâmica de desenvolvimento de *Ipomoea grandifolia* e *Euphorbia heterophylla* com base no tempo térmico requerido para a previsão de ocorrência dos eventos fenológicos em graus-dia, a produção e a qualidade fisiológica, das sementes produzidas e armazenadas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas

Nos agroecossistemas, além das espécies de interesse econômico, uma diversidade de plantas não cultivadas também compõem a vegetação, e são denominadas de comunidade infestante ou plantas daninhas. O conceito de planta daninha numa visão mais abrangente leva em consideração se o local de ocorrência da espécie é desejável ou não, ou seja, as plantas são caracterizadas como daninhas, por estar fora do lugar e baseado em percepções humanas (SHAW, 1982; SALISBURY, 1961). O conceito proposto por Moro et al. (2012) para espécie daninha é um termo antropocêntrico. São plantas que crescem onde não são desejadas, e nesse local indesejado será considerada daninha, portanto o termo é de uso bastante prático, restrito e não deve ser confundido com o sentido biogeográfico de espécie invasora ou exótica.

O comportamento das populações de plantas daninhas nos ambientes agrícolas, resulta da interação de sua constituição genética com os fatores ecológicos (MARTÍNEZ-GHERSA; GHERSA; SATORRE, 2000) que normalmente apresentam uma diversidade genética expressiva dentro das comunidades, com indivíduos geneticamente heterogêneos (SANDERMANN, 2006).

O efeito potencial dos fatores ambientais sobre as plantas cultivadas ocorre de maneira semelhante seja com finalidade alimentícia, industrial ou medicinal, os quais incluem os elementos bióticos, climáticos e edáficos do ambiente local e impactam na sobrevivência, crescimento, desenvolvimento, reprodução e produtividade econômica das espécies. As ações das plantas daninhas sobre as culturas em um ambiente comum, resulta das relações biológicas e interferência nos sistemas de produção via processos competitivos, alelopáticos e parasitismo (PITELLI; PITELLI, 2004).

A competição pode ser considerada como o processo mais importante no controle do rendimento das culturas. A comunidade infestante pode afetar o desenvolvimento e a produção da cultura quando em competição por espaço (área útil/planta cultivada) e pelos recursos limitantes ao crescimento de ambas. Nos agroecossistemas, a cultura e as plantas daninhas têm suas próprias exigências pelos fatores de crescimento, os quais inclui, água, luz, nutrientes e CO₂, e a competição se estabelece quando pelo menos um deles, está em quantidade insuficiente para atender as necessidades das espécies em convivência (ALDRICH; KREMER, 1997).

O processo alelopático se dá por adição de compostos químicos produzidos por microrganismos e plantas. Esses compostos, dentro dos sistemas agrícolas, têm função direta ou indireta de inibir o crescimento e desenvolvimento das espécies envolvidas, podendo também desencadear um efeito positivo (GIBSON; LIEBMAN, 2003). A interação cultura-planta daninha por processo alelopático, resulta em algumas situações, em redução nas colheitas (RADOSEVICH et al, 1997). Além da competição e efeito alelopático, as espécies daninhas podem ser hospedeiras de pragas e doenças, dificultar o manejo, retardar a colheita, reduzir a eficiência de maquinário devido o hábito trepador de algumas famílias botânicas, e produção de compostos tóxicos prejudiciais à saúde do homem resultando em alergias e intoxicação (PITELLI, 1985).

A interferência no potencial genético das variedades ou espécies cultivadas, pode resultar em efeito negativo de uma planta infestante sobre a cultura, podendo ser quantificado por medidas de crescimento o resultado das interações cultura-planta daninha e destas com os fatores bióticos e abióticos no ambiente de cultivo (BENINCASA, 1988).

As culturas agrícolas podem conviver com as plantas daninhas em períodos determinados, que corresponde ao tempo em que a dominância da cultura está sendo estabelecida e a presença de espécies daninhas na área de cultivo, normalmente não implica em restrições ao desenvolvimento da espécie cultivada. Esse tempo é determinado em dias, ou seja, leva em consideração o tempo cronológico (calendário civil) em diferentes condições climáticas. No entanto, a variabilidade aparente entre plantas é alta devido à plasticidade fenotípica tanto das culturas quanto das plantas daninhas em relação aos fatores climáticos, podendo ser reduzida quando os períodos de interferência e eventos fenológicos das culturas e plantas daninhas estiverem associados com o tempo térmico ou graus-dia (GD) (GHERSA; HOLT, 1995; KOZLOWSKI, 2002; RADOSEVICH; HOLT, 1984).

2.2 Interferência de Convolvulaceae e Euphorbiaceae em culturas agrícolas

A importância que uma família botânica assume numa comunidade de plantas daninhas pode constituir um indicador de condição de solo, de topografia, de clima e de histórico de práticas agrícolas. Neste sentido, a determinação da abundância, distribuição e diversidade de espécies dentro de um ecossistema agrícola, é útil na compreensão de como as populações encontram-se estabelecidas ou mudam ao longo do tempo em respostas às pressões seletivas de práticas agrícolas e fatores ambientais (NKOA et al., 2015).

A família Convolvulaceae é de importância nos estudos de plantas daninhas em agroecossistemas, por apresentar várias espécies, principalmente do gênero *Ipomoea* (KUVA et al., 2007). Esse gênero é de ocorrência em regiões quentes e pantropicais, com 600-700 espécies, de um total de 1880 espécies descritas na família em 58 gêneros (AUSTIN; HUÁMAN, 1996; STAPLES, 2012). No Brasil, ocorrem 370 espécies distribuídas em 20 gêneros (SIMÃO-BIANCHINI et al., 2014). No Nordeste, relata-se a ocorrência de 209 espécies em 18 gêneros, o que representa mais de 50% das espécies descritas (NEPOMUCENO; ATHIÊ-SOUZA; BURIL, 2016).

As espécies de *Ipomoea* spp., são usualmente conhecidas como corda-de-viola, campainha, corriola, jetirana, dentre outros nomes populares. São plantas anuais ou perenes, ervas ou arbustos, em sua maioria trepadeiras. As folhas são simples, com disposição alternada, e presença de látex em algumas espécies. As flores são vistosas em cores variadas, em sua maioria na cor branco, roxo, azul, rosa ou vermelho. Gamopétalas, campanuladas ou infundibiliformes e fruto geralmente capsular (SOUZA; LORENZI, 2005). O ciclo de vida para algumas espécies, ocorre entre 150-180 dias no inverno, podendo ser reduzido para 120 dias no

verão, com uma produção de 50 a 300 sementes por planta. Dessas, somente um pequeno percentual germinam prontamente, e as demais germinam aleatoriamente ao longo do tempo, podendo estar em profundidades de até 12 cm no banco de semente do solo (KISSMANN; GROTH, 1999).

Ipomoea grandifolia (Dammer) O'Donnell., conhecida vulgarmente como corda-de-violão, é uma espécie nativa da América do Sul, propaga-se apenas por semente. É uma planta anual de verão, ou seja, com germinação na primavera, crescimento no verão, maturação e senescência no outono (SILVA; SILVA, 2013). De acordo com Azania et al. (2003), a germinação das sementes em algumas espécies de Convolvulaceae é potencializada nos meses de verão, devido às melhores condições de temperatura e umidade, portanto, nesse período, o monitoramento dos fluxos de emergência em campo e a previsão dos eventos fenológicos são importantes para otimizar o controle de plantas daninhas.

No Brasil, *I. grandifolia* é infestante na cultura da aveia, soja, sorgo e milho, como também em outras culturas anuais. É uma espécie coexistente na cultura da cana-de-açúcar por longos períodos, problemática para o crescimento, práticas culturais e colheita, pois se entrelaçam aos colmos da cana utilizando-os como suporte ao longo do seu ciclo de vida (VELINI; MARTINS, 1998). Nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, é muito competitiva com culturas anuais de verão, com ciclo de vida normalmente maior que os das culturas em que ocorrem, interfere no desempenho das colhedoras, e ao mesmo tempo as sementes são disseminadas dentro de sua faixa natural de dispersão, como também a médias e longas distâncias quando os frutos e sementes estão presos a planta mãe no momento da colheita (AZANIA et al., 2002; PAULA; STRECK, 2008).

Ocasionalmente essa espécie é cultivada como ornamental, por apresentar flores vistosas e coloridas, com caule e ramos volúveis que permitem formar espaços verdes sobre caramanchões e crescer sobre diversos obstáculos (LORENZI, 2008).

Outra família de grande importância entre as plantas daninhas tropicais é a Euphorbiaceae. Dentro desta, o gênero *Euphorbia* compreende mais de 2000 espécies, com plantas anuais e perenes. Muitas espécies de *Euphorbia* spp., promovem reduções no rendimento das colheitas de 4 – 85 %, dependendo do manejo adotado (SHI; JIA, 1997; TANVEER et al., 2013).

O leiteiro ou amendoim-bravo, é nativa do continente Americano e propaga-se apenas por semente. É uma planta anual, herbácea, produtora de látex com uso fitoterápico, de folhas muito variáveis, caule glabro ou pode ocorrer variável pubescência, ereta, de 20-200 cm de altura (GAZZIERO et al., 2015). Pode iniciar o florescimento entre 20 e 30 dias após a

emergência das plântulas, e as sementes produzidas permanecem viáveis no solo (SILVA; SILVA, 2013).

Nos estudos fitossociológicos da flora infestante e de banco de sementes do solo de plantas daninhas no Brasil, a *E. heterophylla* é comumente encontrada em culturas anuais e perenes, dentre elas o milho, algodão, café, fumo, cana-de-açúcar, soja, sorgo, mamona, mandioca, feijão, arroz, pastagens, frutíferas e amendoim. É uma espécie muito temida por plantadores de soja, pela dificuldade de controle e perdas de rendimento de até 80% (KISSMANN, 1992; LORENZI, 2000).

Na cultura da cana-de-açúcar, essa espécie compõe a comunidade infestante no sistema de produção cana crua e queimada (KUVA et al. 2007; OLIVEIRA; FREITAS, 2008) e recentemente foi considerada a espécie mais preponderante em área de cana crua (CONCENÇO et al., 2016). No Nordeste, especificamente no Estado de Alagoas, Ferreira et al. (2017) mencionam que existem relatos da ocorrência da *E. heterophylla* e mais duas espécies, pertencentes ao mesmo gênero, em área cultivada.

A prioridade atual em áreas agrícolas no Centro-Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil, especificamente na cultura da soja e cana-de-açúcar, é um sistema de cultivo com ênfase na conservação e manutenção dos agroecossistemas. Esse sistema compreende a cobertura do solo por deposição de resíduos vegetais oriundos da colheita ou cobertura vegetal que potencializa as interações entre os fatores edáficos, bióticos e abióticos, que são benéficos para a expressão do potencial genético das espécies cultivadas, e ao mesmo tempo vem acompanhado de mudanças na composição florística da comunidade infestante nesses ambientes (CHRISTOFFOLETI et al., 2007).

Logo, alteração no sistema de produção de uma cultura agrícola, pode desfavorecer algumas espécies infestantes, e outras são recrutadas do banco de sementes (VELINI; NEGRISOLI, 2000). A presença de material vegetal na superfície do solo, por deposição de resíduos vegetais oriundo da colheita, causa alterações na luminosidade, umidade e temperatura do solo, que são fatores importantes no controle da dormência e germinação, assim como interfere na mortalidade de sementes, e promovem modificações na composição da comunidade infestante (CORREIA; DURIGAN, 2004; AZANIA et al., 2002).

A *I. grandifolia* e a *E. heterophylla*, têm comumente ultrapassado a barreira imposta pela palha resultante da colheita mecanizada da cana, assim como outras espécies do gênero *Ipomoea* (*Ipomoea hederifolia* e *Ipomoea quamoclit*), podendo se tornarem mais problemáticas pela redução da competição interespecífica de algumas espécies dos gêneros *Brachiaria*, *Panicum*, que têm reduzido suas populações pelo efeito físico e/ou alelopático da

palhada e possivelmente associado com uma pequena quantidade de reservas nas sementes (CORREIA; DURIGAN, 2004; MARTINS et al., 1999; MONQUERO et al., 2011; PITELLI; DURIGAN, 2001).

Apesar da importância das cordas-de-viola e leiteiro para a cultura da cana-de-açúcar, os resultados de pesquisas sobre os períodos em que os métodos de controle devem atuar baseados na fenologia das espécies são limitados.

Thaker e Singh (1954) relataram que a *Ipomoea hederacea* L. causou perdas de 20 a 25 % na cana de açúcar, pois se entrelaçam nos colmos, dobrando-os, prejudicando o crescimento do ápice e interfere na colheita. Wilson e Cole (1966), investigaram a interferência de duas espécies de corda-de-viola, *Ipomoea purpurea* L. Roth e *I. hederacea* na cultura da soja, e verificaram que as espécies têm comportamento semelhante, resultando em redução em altura de plantas e no rendimento de colheita, e o controle foi necessário por 6 a 8 semanas a partir do plantio da soja.

A duração do período de convivência das plantas daninhas com as culturas pode ser influenciado pelo manejo da colheita (SILVA et al., 2009). Arévalo (1998) relatou que a emergência de plantas daninhas após a colheita mecanizada da cana, normalmente ocorre de 30 a 50 dias da deposição da palha e, quando acima de 15 t ha⁻¹, ocorre redução nas infestações para determinadas espécies, conseqüentemente no período anterior à interferência (PAI) e ao mesmo tempo um controle deficiente pela palha, para as espécies *I. grandifolia* e *E. heterophylla* (MARTINS et al., 1999).

O período crítico da interferência competitiva de *E. heterophylla*, varia de 17 a 70 dias após a emergência, na maioria das culturas. A duração da competição tem relação com o desenvolvimento e crescimento inicial da cultura, altura e, capacidade de perfilhamento ou formação de ramos laterais no caule principal, e se as plantas daninhas e cultura emergem simultaneamente ou somente após a emergência da cultura e a rapidez de desenvolvimento do dossel das espécies em concorrência (TANVEER et al., 2013).

A integração dos diversos métodos de controle disponíveis - culturais, biológicos, mecânicos ou químicos, e especialmente o controle químico, depende do estágio de desenvolvimento das plantas-alvo, que ao longo do crescimento e sucessivas fases de desenvolvimento, possuem uma sensibilidade maior ou limitada à aplicação de herbicidas (FLECK et al., 2008), uma vez que a seletividade dos mesmos está baseada em diferenças morfológicas e fisiológicas entre as espécies de plantas daninhas e a cultura, motivo pelo qual faz-se necessário ter um conhecimento mais amplo do ciclo de vida das espécies mais problemáticas no sistema de cultivo adotado, visando cada vez mais um efetivo programa de

manejo integrado de plantas daninhas (MIPD) (SILVA e SILVA, 2013) que deve ser adaptado a cada local e situação (PROCÓPIO et al., 2013).

As previsões das fases de desenvolvimento fenológico sensíveis ao controle e baseados em tempo térmico fornecem subsídios para as tomadas de decisões no manejo de espécies daninhas, considerado como um fator de grande relevância na obtenção de resultados positivos de controle (GAZZIERO et al., 2006). O controle químico das espécies, *I. grandifolia* e *E. heterophylla*, infestantes na cultura da soja transgênica RR[®], foram avaliadas com herbicidas isolados e em misturas, em dois estádios de desenvolvimento (1 a 3 e 4 a 6 folhas), obtendo-se os melhores resultados em plantas com 1 a 3 folhas, período que correspondeu a 15 dias após a semeadura (DAS) (RAMIRES et al., 2010).

I. grandifolia até o momento, não foi referenciada no Estado de Alagoas, no entanto essa espécie foi catalogada no Estado de Pernambuco em pesquisas recentes, numa área de transição entre os biomas Caatinga e Mata Atlântica. Para a *E. heterophylla* já existem relatos de sua ocorrência em cultivos agrícolas no Estado de Alagoas, e possivelmente essa espécie pode expressar seu potencial biológico. Com as mudanças no sistema de plantio e colheita em culturas agrícolas como a cana-de-açúcar e a soja, de grande relevância econômica no Centro-Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil, que vem acompanhado de alterações na composição e densidade das espécies infestantes, e possivelmente as plantas daninhas sejam disseminadas das regiões onde são problemáticas para as regiões com sistema de cultivo tradicional, mas em fase de transição para sistemas de cultivo conservacionista, e com a expansão de novas fronteiras agrícolas.

2.3 Fenologia

Na agricultura moderna, a redução das populações de plantas daninhas nas culturas agrícolas a perdas econômicas aceitáveis, pode englobar métodos preventivos, físicos, químico, mecânico, biológico, recursos genéticos e estudos básicos de biologia e ecologia de plantas daninhas. O manejo integrado de plantas daninhas é interdisciplinar, parte da identificação de um problema oriundo da interação biológica entre a espécie daninha com os outros componentes do agroecossistema, e especificamente das consequências da interferência competitiva da comunidade infestante numa cultura, que necessita de estudos básicos de biologia e ecologia das espécies para entender a dinâmica de desenvolvimento e os resultados tendem produzir informações para o controle (ALLEN; BATH, 1980; FERNÁNDEZ, 1982).

Os estudos de biologia de plantas daninhas compreendem aspectos da morfologia, dormência e germinação de sementes, fisiologia do crescimento, capacidade competitiva e reprodutiva das espécies nos agroecossistemas em diferentes condições climáticas (RAVINDRA et al., 2008).

O comportamento morfofisiológico pode ser estudado pela fenologia, considerada uma importante ferramenta no manejo de plantas daninhas ao prever o ciclo de desenvolvimento das espécies e marcar o momento da emergência, crescimento e maturação das plantas (GHERSA et al., 1995) sendo esses resultados usados posteriormente para identificar os estádios mais sensíveis ao controle, determinar os períodos de interferência nas culturas, prever o crescimento como um todo (dimensões lineares, unidades estruturais morfológicas, medidas de superfície, peso) e a contribuição de disseminulos para o banco de sementes a cada ciclo de vida. Razões pelas quais os métodos de controle devem ser adaptados para as características das espécies, utilizando de informações baseadas em estudos de biologia e ecologia de plantas daninhas para aplicação de todas as táticas de controle apropriadas e com tecnologia compatível com o sistema de cultivo.

A fenologia corresponde ao estudo das diferentes fases de crescimento e desenvolvimento das plantas, definindo as épocas e duração dos eventos fenológicos e suas respectivas alterações morfológicas. A fase vegetativa, compreende germinação, emergência, crescimento de parte aérea e das raízes e a fase reprodutiva engloba emissão dos órgãos de reprodução, florescimento, frutificação e maturação (CÂMARA, 1998). Essas características são melhor entendidas, quando o tempo biológico para o desenvolvimento da espécie (estádios fenológicos) está associado com tempo térmico em graus-dia, que é considerado a melhor medida de tempo em plantas, pois permite comparar o desenvolvimento da espécie em diferentes locais, anos e data de plantio, relacionar o período crítico de interferência das plantas daninhas nas culturas, assim como avaliar o impacto do clima na fenologia das espécies.

O ciclo de desenvolvimento das plantas envolve desde diferenciação celular, iniciação (organogênese), aparecimento de órgãos (morfogênese) até a senescência da planta (HODGES, 1991). E muitos dos principais eventos de desenvolvimento, como exemplo, germinação, formação de folhas, florescimento, são regulados por sinais externos ou ambientais (temperatura, qualidade e quantidade de luz e comprimento do dia). As respostas de sinalização nos vegetais operam em escala de tempo, com manifestação que podem se estender por meses ou anos, como ocorre com a dormência de sementes (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Os vegetais geralmente seguem padrões indeterminado de crescimento, que refletem fatores genéticos e ambientais. Dessa forma, o crescimento não é predeterminado, mas é

sujeito às variações dos habitats, por isso as plantas precisam adaptar-se aos seus ambientes locais. A adaptação pode ocorrer em um nível fisiológico ou por meio de padrões flexíveis de desenvolvimento que caracteriza o crescimento vegetativo como um crescimento adaptativo. As plantas têm como suporte, os meristemas apicais que possui células com destino indeterminado que produzem uma arquitetura variável de caule e raiz, e durante o desenvolvimento reprodutivo, os meristema apicais vegetativos do caule são reprogramados para a produção de órgãos florais (TAIZ; ZEIGER, 2013).

2.3.1 Escala BBCH modificada

O ciclo de vida das plantas daninhas pode ser caracterizado por escalas numéricas unificadas, que define a sequência de alterações morfológicas no crescimento e desenvolvimento das espécies. A primeira proposta de unificação dos estádios de desenvolvimento de plantas por codificação decimal, foi desenvolvida por Zadoks et al. (1974) para cereais e arroz, referência nos estudos de fenologia de plantas cultivadas e daninhas. Esse código teve como base o estudo desenvolvido por Feekes (1941) com cereais e publicado por Large (1954), na tentativa de unificação das fases de desenvolvimento de plantas. Uma outra codificação decimal e uniforme para os estádios de desenvolvimento de culturas e plantas daninhas foi proposta por Bleiholder et al. (1991), baseando-se no código decimal publicado por Zadoks, sendo denominado de BBCH-Code, e resultante de um trabalho entre as empresas BASF AG, BAYER AG, Ciba Geisy AG e Hoechst.

O BBCH-Code é composto por dois dígitos, que descreve o desenvolvimento das culturas e plantas daninhas em macro e micro-estádios: o macro-estádio é determinado pelo primeiro dígito e o micro-estádio pelo segundo dígito. Os macro-estádios descrevem os estádios de desenvolvimento de uma planta, dentro de um ou vários períodos vegetativos, e nem sempre uma espécie vai seguir a sequência de codificação do BBCH-Code, pois pode haver modificações durante o desenvolvimento e/ou pode deixar de existir algumas fases, uma vez que a fenologia é influenciada pelos fatores edafoclimáticos. A sequência de codificação dos macro-estádios é observada e descrita em função do objetivo de plantio, como exemplo produção de folhas, frutos, sementes, depende da finalidade de cultivo que se propõe (BLEIHOLDER et al. 1991).

Para a descrição dos estádios fenológicos de plantas daninhas, existe uma codificação específica para mono e dicotiledôneas, publicada por Hess et al. (1997). Essa codificação é uma modificação do código BBCH-Code, utilizando códigos idênticos para fases de

desenvolvimento semelhante, com códigos de micro-estádios que deixam de ser aplicados e outros são acrescentados para atender às diversas particularidades das espécies daninhas. A escala BBCH modificada, foi utilizado para definir estádios fenológicos de espécies como *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens* (IKEDA et al., 2013).

2.3.2 Graus-dia

Um dos primeiros estudos relacionando clima e plantas foi feito por Reaumur, na França, em 1735, quando observou que o somatório das temperaturas do ar durante o ciclo de qualquer planta em diferentes anos, permanecia quase que constante. Ele assumiu que esse somatório térmico ou constante térmica, é a quantidade de energia que uma planta precisa para atingir um certo grau de maturidade e definiu como sistema de unidades térmicas ou graus-dia. Apesar do conceito ter suas origens no século 18, ele ainda é utilizado na agricultura moderna e atualmente para a previsão da duração das fases fenológicas das espécies (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2000). Streck et al. (2007) compartilham da mesma ideia relacionar o desenvolvimento vegetal com a temperatura do ar, é usando o conceito de soma térmica ou graus-dia (GD).

Existe uma dependência dos processos fotossintéticos em relação à temperatura, uma vez que ela afeta todas as reações bioquímicas da fotossíntese e a integridade das membranas dos cloroplastos. Numa situação onde uma espécie apresenta taxas fotossintéticas elevadas em função do aumento da temperatura, esta pode ser considerada como ótima, e indica que as etapas da fotossíntese estão equilib

radas. No entanto, a medida que a temperatura aumenta ou diminui em relação à ótima, ocorre uma limitação. As temperaturas ótimas, segundo Taiz e Zeiger (2013), têm fortes componentes genéticos (adaptação) e ambientais (aclimatação).

O crescimento e desenvolvimento dos vegetais ocorrem dentro da normalidade, em condições de luz e umidade favoráveis ao processo e demais fatores envolvidos. A temperatura pode interferir no processo se estiver fora dos limites considerados ideais, uma vez que as tolerâncias das plantas aos níveis de temperatura são variáveis entre espécies. Pelo conceito de graus-dia, pressupõe-se a existência de temperaturas basais (T_b – inferior e T_b – superior), que abaixo ou acima das quais, assume-se que a planta não se desenvolve, ou se ocorrer, a taxas muito reduzidas. Dessa forma, a planta necessita de uma certa quantidade de energia, dada pela soma térmica (graus-dia) acumulada GDA ($^{\circ}\text{C}$ dia), acima da T_b , para completar um

determinado estágio fenológico ou mesmo o ciclo de vida da espécie (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007).

Portanto, a temperatura do ar influencia vários aspectos da produção vegetal, por estar relacionada com as taxas fotossintéticas que são sensíveis à temperatura. À medida que a temperatura aumenta, o tempo de desenvolvimento tende diminuir, mas o calor necessário para completar o desenvolvimento é aproximadamente o mesmo. O acúmulo de calor para qualquer temperatura é igual à diferença entre a temperatura média do ar e a temperatura base inferior (T_b) exigida por uma espécie, multiplicado pelo número de dias para se desenvolver, resultando em graus-dia acumulados ou soma térmica acumulada (GDA ou ST_a) (WILSON; BARNETT, 1983).

O uso de graus-dia crescente pode ser utilizado como medida de tempo em plantas, em vez de dias do calendário civil, como exemplo, dia do ano, dias após a semeadura, dias após a emergência, duração do ciclo (STREEK et al., 2007), sendo o divisor entre as fases de crescimento, com a finalidade de determinar o tempo biológico das espécies durante o ciclo de vida, comparar dados de crescimento e desenvolvimento de espécies infestantes em diferentes locais, anos e data de plantio e permite relacionar o período crítico de interferência entre as culturas, avaliação do impacto climático da fenologias das espécies (GILMORE; ROGERS, 1958; KNEZEVIC et al., 2002). Além de poder indicar semelhanças e diferenças ecofisiológicas que seria tratada como condições experimentais variáveis (DUNAN; ZIMDAHL, 1991).

As previsões das fases de desenvolvimento fenológico sensíveis ao controle e baseados em tempo térmico fornece subsídio para as tomadas de decisões no manejo de espécies daninhas, considerado como um fator de grande relevância na obtenção de resultados positivos de controle (GAZZIERO et al., 2006).

O controle químico das espécies, *I. grandifolia* e *E. heterophylla*, infestantes na cultura da soja transgênica RR[®], e avaliadas com herbicidas isolados e em misturas, em dois estádios de desenvolvimento (1 a 3 e 4 a 6 folhas), obtendo-se os melhores resultados em plantas com 1 a 3 folhas, período que correspondeu a 15 dias após a semeadura (DAS) (RAMIRES et al., 2010).

O sucesso dos diversos métodos de controle para plantas daninhas depende da identificação correta da flora infestante, porém, a previsão das fases fenológicas sensíveis ao controle em graus-dia e descrição em detalhes dos estádios de desenvolvimento de espécies de importância nos cultivos agrícolas é de grande importância para ser referenciado no momento da aplicação das medidas de controle (GHERSA et al., 1995; HESS et al., 1997) e das respostas

fenotípicas, em crescimento e unidades estruturais morfológicas como ramificações, folhas, flores, frutos e a qualidade fisiológica das sementes, produzidas na interação do genótipo com o ambiente (BENINCASA, 2003; RADOSEVICH; HOTH, 1984).

Para Ghera et al. (1994; 1995) a fenologia é ferramenta do manejo de plantas daninhas, e o tempo requerido para os eventos fenológicos atualmente são expressos por acumulação simples de graus-dia ou por modelos mais complexos com parâmetros definidos em equações para melhorar a aplicação. Outros subsídios para o manejo de plantas daninhas, podem ser encontrados em respostas fenotípicas relacionados a floração, produção, dispersão e qualidade fisiológica das sementes (BALLARE et al., 1992; RADOSEVICH; HOTH, 1984).

2.4 Crescimento e Produção de sementes

O crescimento normalmente é uma alteração em tamanho de algum aspecto da planta que pode ser verificado por medidas de diferentes tipos: linear, superficial, peso e número de unidades estruturais. O número de unidades estruturais pode detectar informações importantes quanto à fenologia em estudos de adaptação ecológica, e permite avaliar e comparar o desempenho produtivo da planta como um todo e a contribuição dos diferentes órgãos no crescimento total, entre plantas geneticamente semelhantes, crescendo em ambientes diferentes, ou entre plantas geneticamente idênticas, crescendo num mesmo ambiente. Outras informações como altura de planta, número de folhas/planta, número de ramificações/planta, área foliar, também indicam o desempenho das espécies daninhas na maturidade fisiológica (BENINCASA, 1988; RAVINDRA et al., 2008).

Estudos também têm enfatizado crescimento e desenvolvimento, de forma empírica, utilizando modelos matemáticos que descrevem o crescimento, tendo como parâmetro básico, o tamanho final das plantas (RICHARDS, 1969; THORNLEY, 1976).

Na maturidade, os parâmetros de análise de crescimento, bem como o potencial de produção de sementes são relevantes na avaliação do desempenho das espécies daninhas. Variáveis de produção como número de frutos, número de sementes/fruto, número de sementes/planta e o peso de 1000 sementes são estudados em plantas daninhas. Para Ravindra et al. (2008), o alto potencial de produção de sementes da espécie *Celosia argentea*, contribuiu de forma significativa para o banco de sementes de plantas daninhas. A produção de sementes e o número de sementes/fruto numa mesma condição ecológica para três espécies de Convolvulaceae, *Ipomoea hederacea* L. J acq. var. *hederacea*, *Ipomoea lacunosa* L. e *Ipomoea*

hederacea var. *integriuscula* Gray resultou em 5.800, 15.200 e 14.600 sementes e 3,3; 2,2 e 4,5 sementes/fruto, respectivamente (GOMES; CHANDLER; VAUGHAN, 1978).

A contribuição de disseminulos ao banco de sementes, a partir de emergências em campo, pode indicar o potencial de produção de sementes, o aumento de infestações a curto ou a longo prazo, que depende das características que as espécies apresentam, como germinação contínua, dormência, viabilidade longa, e da plasticidade fenotípica e adaptação genética quando são disseminadas para novas áreas agrícolas (FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, 1988; SHRESTHA et al., 2002).

2.5 Armazenamento e qualidade fisiológica de sementes

O armazenamento é o método de preservar a qualidade fisiológica das sementes, uma vez que pode conservar a viabilidade e o vigor, mas a deterioração de sementes vai ocorrer, pois é um processo natural e inevitável ao longo do armazenamento, todavia a intensidade e velocidade com que ocorre depende das características morfológicas e fisiológicas das sementes e das condições do ambiente onde permanecerão (DELOUCHE; BASKIN, 1973). O potencial de armazenamento de sementes por um tempo determinado, tem relação com o grau de umidade das sementes, tipo de reserva predominante na semente, das condições do ambiente de armazenamento, tipo de embalagem (em pesquisas de campo ou laboratório) e o fator genético que juntos definem a longevidade potencial das sementes (BASKIN & BASKIN, 1998).

O armazenamento de sementes de algumas espécies de plantas daninhas pode manter a longevidade quando são depositadas no solo no momento da dispersão, podendo adquirir dureza e tornarem-se impermeáveis (ZIMDAHL et al., 1988).

Nos sistemas agrícolas, o banco de sementes do solo está intimamente relacionado com os estudos de plantas daninhas e por definição é o termo usado para designar as reservas de sementes viáveis presentes em um solo (ROBERTS, 1981). Esse reservatório compreende as sementes que não germinaram, mas são potencialmente capazes de substituir plantas anuais adultas que tenham desaparecidas por morte natural ou não, e plantas perenes que são suscetíveis a doenças, consumo animal e perturbações, incluindo o homem (BAKER, 1989). Para Simpson et al. (1989), o banco de sementes é composto de todas as sementes viáveis presentes no solo, incluindo da serrapilheira, e contém tanto as sementes das espécies representadas na vegetação local como também sementes de espécies que não estão presentes na área, mas que chegam através da “chuva de sementes”, considerada um indicador potencial

de regeneração de vegetação junto com o próprio banco (GUEVARA; GÓMEZ-POMPA, 1972).

O banco de sementes do solo é a origem do ciclo de vida para as espécies anuais, sendo fundamentalmente a causa de sua persistência. Nas plantas perenes, além do banco, existem outras estruturas com função propagativa como tubérculos, rizomas e estolões que desempenham esse papel (FERNÁNDEZ-QUINTANILLA; SAAVEDRA, 1991). A composição do banco é variável e classificada como transitório ou persistente, ao alterar a regeneração da vegetação durante períodos do ano. O banco de sementes transitório é composto por sementes de vida curta, sem dormência primária e dispersas no tempo por curtos períodos durante o ano (BENOIT et al., 1992). O banco persistente contém sementes com mais de ano de idade e reservas que permanece, ano após ano, distribuída pelo perfil do solo, podendo estar em diferentes profundidades de enterrio.

As sementes são classificadas quanto ao comportamento no armazenamento em ortodoxas, recalcitrantes e intermediárias. As sementes podem ser armazenadas, mas precisam obedecer alguns critérios para a manutenção das características que são inerentes a espécie. As sementes ortodoxas, podem ser armazenadas com grau de umidade entre 10-12% por período de 6-8 meses, dependendo das condições do armazenamento. Geralmente sementes ortodoxas em umidade relativa do ar de 65% ou menor, mantém o potencial fisiológico por longos períodos. Valores mais baixos de teor de água para espécies com predomínio de reserva de lipídios são aceitáveis, desde que seja em embalagem impermeável, porém existem teores de água limites, abaixo dos quais, a deterioração também é acentuada. As sementes recalcitrantes normalmente são armazenadas com grau de umidade superior a 30%, pois são sensíveis à desidratação (MARCOS-FILHO, 2015).

As sementes intermediárias, considerada uma terceira classificação entre sementes ortodoxas e recalcitrantes, foi proposto por Ellis, Hong e Roberts (1990), as quais podem ser desidratadas a níveis moderados de umidade, entre 12-15% e mantém a viabilidade por período considerável ou alguns anos, no entanto, são sensíveis a temperaturas baixas no armazenamento.

Delouche, Matthes e Dougherty (1973) indicam combinações favoráveis e seguras para o armazenamento de sementes ortodoxas, em períodos de 8 a 10 meses, pela soma da umidade relativa do ar (%) e a temperatura (°C) não devem ultrapassar 80. Harrington, et al. (1972) propôs algumas regras para o armazenamento: duplica-se o potencial de armazenamento para cada redução de 1% no grau de umidade (base úmida) ou decréscimo de 5,5 °C na temperatura ambiente em umidade de 5 a 14% e temperatura de 0 a 50%; o somatório da temperatura (°F)

e a umidade do local de armazenamento, não pode ser maior que 100, e a temperatura só pode chegar no máximo a metade da soma (10°C ou 50°F); em sementes com teor de água inferior a 5%, ocorre a deterioração pela autooxidação de lipídios e acima de 14% favorece o desenvolvimento de fungos.

As sementes podem ser conservadas em embalagens porosa (ex. sacos de papel, papelão, tela de algodão), resistente (ex. sacos de polietileno, papel revestido de material ceroso) e hermética ou impermeável (ex. recipientes de metal, vidro). A escolha da embalagem tem relação com a manutenção do equilíbrio com a umidade relativa do ar (%), resistência ou não permite trocas de vapor d'água do meio com as sementes e que tem relação com a espécie, grau de umidade inicial, das condições e do período de armazenamento.

As sementes da espécie *I. aristolochiaefolia* (H.B.K.) Don., iniciam a germinação após 20 h de imersão em água, permanecendo com 2 % das sementes embebidas sem germinar, 38 % germinam e 60 % permanecem como “sementes duras” (MIKUSINSKI,1987). De acordo com Priestley (1978), sementes que permanecem viáveis por longos períodos no banco de sementes são encontradas naturalmente como sementes duras, as quais possuem envoltórios impermeáveis, como exemplo espécies das famílias Fabaceae, Malvaceae e Convolvulaceae, ou as sementes ficam parcial ou totalmente embebidas sob baixa atividade metabólica. Em *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., a dormência das sementes não é atribuída a permeabilidade do tegumento, pois tanto as sementes não dormentes quanto as dormentes absorvem água com a mesma intensidade, sendo provavelmente uma dormência fisiológica (GIANFAGNA e PRIDHAM, 1951).

Avaliando o efeito de diferentes fatores ambientais na germinação de *I. purpurea*, Singh et al. (2012) constataram que as sementes dessa espécie germina numa ampla faixa de temperatura, obtendo germinação máxima (89%) na temperatura alternada 20-30°C, e observaram que o tempo de exposição das sementes a luz contínua, escuro por 24 h ou alternadas luz/escuro não proporcionaram nenhum efeito adverso, porém os maiores valores de germinação (95%) ocorreram em condições alternadas (4/20, 8/16, 12/12, 16/8, 20/4).

Outros fatores também influenciam a germinação das espécies daninhas, como as temperaturas alternadas, a profundidade de semeadura, o pH, o estresse hídrico, o potencial osmótico e presença de mucilagem. As sementes de *E. heterophylla*, apresentam mucilagem, que é visível quando em contato com o substrato úmido, em testes de germinação ou imersas em água, podendo apresentar vantagens quanto ao início da retomada do crescimento do embrião (HARPER; BENTON, 1966). Voll et al. (2003) tem observado que o leiteiro, por ser uma espécie anual de verão, tem tido emergências periódicas ao longo do ano nos cultivos,

condicionado pela rápida superação de dormência ou a mesma é ausente, e responde as condições favoráveis de temperatura e umidade do solo, com altas taxas de germinação.

Machado-Neto e Pitelli (1988) estudaram o posicionamento das sementes de *E. heterophylla* no solo, em seis profundidades (0, 2, 4, 6, 8 e 10 cm) na germinação e o início da emergência em campo e verificaram que 80 % de sementes germinadas, com exceção das sementes depositadas na superfície, com emergência ao quinto, sexto e sétimo dia após a semeadura nas profundidades 0 e 2; 4 e 6 e 8 e 10 cm, respectivamente. Segundo os mesmos autores, sementes de planta daninha que têm germinação em maiores profundidades de enterrio podem estar associados com fatores de agressividade, sobrevivência em condições adversas e resistência aos herbicidas de pré-emergência.

A viabilidade de sementes de espécies daninhas que são adicionadas ao banco de sementes, no momento de dispersão e ao longo do armazenamento no solo ou em diversos ambientes, pode ser compreendida pela análise da germinação. A germinabilidade representa o número de sementes nas quais a germinação ocorre, desencadeado pelo crescimento intra-seminal e desenvolvimento do embrião com formação de uma plântula normal, sob condições e limites de tempo estabelecidos, e representa a homogeneidade fisiológica das sementes a partir de uma amostragem estabelecida e representativa da população (BRASIL, 2009; LABOURIAU, 1983).

O potencial fisiológico de sementes, leva em consideração informações sobre a germinação (viabilidade) e o vigor de sementes (MARCOS-FILHO, 2015). Os testes de primeira contagem de germinação, que corresponde ao tempo de germinação das sementes mais rápidas (LABOURIAU, 1983) e o índice de velocidade de germinação, são testes de vigor, capazes de detectar diferenças entre o potencial de armazenamento das sementes de uma determinada espécie daninha.

O vigor é expresso a partir do comportamento germinativo de uma população, como exemplo na maturidade fisiológica das sementes, porém o comportamento após a semeadura em campo ou no armazenamento em diferentes ambientes permite verificar até que ponto o potencial fisiológico das sementes expresso na maturidade vai ser observado ao longo do armazenamento.

As características de uma população de plantas ao final de um ciclo de vida são resultantes da interação do genótipo com o ambiente, e expressão do fenótipo ao longo do crescimento e desenvolvimento, quantificados pela partição de biomassa vegetal para os diferentes órgãos vegetativos, e reprodutivos, esses com função primordial de propagação da espécie via adição de sementes ao banco de sementes do solo ou por disseminação de suas

populações para ambientes favoráveis à sobrevivência da espécie. O armazenamento de sementes no solo ou em diferentes condições de umidade e temperatura em ambientes diversos, tem a função de manter as características observadas na maturidade fisiológica ou acompanhar a deterioração condicionada pelo armazenamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALDRICH, R. J.; KREMER, R. J. Principles in Weed Management. Ames, IA: Iowa State University Press.1997.
2. ALLEN, G. E.; BATH, J. E. The conceptual and institutional aspects of integrated pest management. **BioScience**, v. 10, p. 658-664,1980.
3. AUSTIN, D. F.; HUAMAN, Z. A synopsis of *Ipomoea* (Convolvulaceae) in the Americas. **Taxon**, v. 45, p. 3-38, 1996.
4. AZANIA, A. A. P. M.; AZANIA, C. A. M.; GRAVENA, R.; PAVANI, M. C. M. D.; PITELLI, R. A. Interferência da palha de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) na emergência de espécies de plantas daninhas da família Convolvulaceae. **Planta Daninha**, v. 20, n. 2, p. 207-212, 2002.
5. AZANIA, A. A. P. M.; AZANIA, C. A. M.; PAVANI, M. C. M. D.; CUNHA, M. C. S. Métodos de superação de dormência em sementes de *Ipomoea* e *Merremia*. **Planta daninha**, v. 21, n. 2, 2003.
6. BAKER, H. The evolution of weeds. **Annual Review of Ecology System**, v.5, p.1-24, 1974.
7. BALLARE, C. L.; SCOPEL, A. L.; SANCHEZ, R. A.; RADOSEVICK, S. R. Photomorphogenic processes in the agricultural environment. **Photochemistry and Photobiology**, v. 56, p. 777-88, 1992.
8. BASKIN C. C.; BASKIN. J. M. Germination ecology of seeds in the persistent seed bank. In: _____. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. San Diego: Academic Press, 1998. p. 133-179.
9. BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas, noções básicas**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.
10. BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas (Noções básicas)**. Jaboticabal: FCAV-UNESP, 1988. 41p.
11. BENOIT, D. L.; DARKSEN, D. A.; PANNETON, B. Innovative approaches to seedbank studies. **Weed Science**, v. 40, p. 660-669, 1992.

12. BLANCO, H. G. A importância dos estudos ecológicos nos programas de controle das plantas daninhas. **O biológico**, v. 38, n. 10, p. 343-350, 1972.
13. BLEIHOLDER, H.; KIRFEL, H.; LANGELUDDEKE, P., STAUSS, R. Codificação unificada dos estádios fenológicos de culturas e ervas daninhas. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 26, n. 9, p. 1423-1429, set., 1991.
14. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
15. CÂMARA, G. M. S. **Fenologia da soja**. In: CÂMARA, G. M. S. (Ed.). Soja: tecnologia de produção. Piracicaba: ESALQ/Departamento de Agricultura, 1998. p. 26-39.
16. CAMPBELL, F. T.; SCHLARBAUM, S. E. **Fading forests: north american trees and the threat of exotic pests**. New York: Natural Resources Defense Council, 1994.
17. CARVALHO, S. J. P.; PEREIRA SILVA, R. F.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Crescimento, desenvolvimento e produção de sementes da planta daninha capim-branco (*Chloris polydactyla*). **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 23, n. 4, p. 603-609, 2005.
18. CHRISTOFFOLETI, P. J.; S. J. P. DE CARVALHO, R. F. LÓPEZ-OVEJERO, M. NICOLAI, EDISON HIDALGO, J. E. da SILVA. Conservation of natural resources in brazilian agriculture: implications on weed biology and management. **Crop Protection**, v. 26, n. 3, p. 383-389, 2007.
19. CONCENÇO, G.; LEME FILHO, J. R. A.; SILVA, C. J.; MARQUES, R. F.; SILVA, L. B. X.; CORREIA, I. V. T. Ocorrência de plantas daninhas em cana de açúcar em função de variedade e manejo do palhicho, **Planta Daninha**, v. 34, n. 2, p. 219-228, 2016.
20. CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Emergência de plantas daninhas em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 2, n. 1, p. 11-17, 2004.
21. DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seeds lots. **Seed Science and Technology**, v. 1, n. 2, p. 427-452, 1973.
22. DUNAN, C. M.; ZIMDAHL, R. L. Competitive ability of wild oats (*Avena fatua*) and barley (*Hordeum vulgare*). **Weed Science**, v. 39, p. 558-63, 1991.
23. FERNÁNDEZ, O. A. Manejo integrado de malezas. **Planta daninha**, v. 2, p. 69-79, 1982.
24. FERREIRA, D. T. da R. G.; SILVA, V. M. da, SILVA, I. C. da; ARAUJO NETO, J. C. de, SOUZA, R. C. de; FERREIRA, V. M. Germinação de três Euphorbiaceae influenciada pela luz e níveis de palhada. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 11, n. 3, p. 215-222, 2017.

25. FLECK, N. G; LAZAROTO, C. A.; SCHAEGLER, C. E.; FERREIRA, F. B. Controle de papuã (*Brachiaria plantaginea*) em soja em função da dose e da época de aplicação do herbicida clethodim. **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 375-383, 2008.
26. GAZZIERO, D. L. P. MACIEL, C. D. G.; SOUZA, R. T.; VELINI, E. D.; PRETE, C. E. C.; OLIVEIRA NETO, W. Deposição de glyphosate aplicado para controle de plantas daninhas em soja transgênica. **Planta Daninha**, v. 24, n. 1, p. 173-181, 2006.
27. GAZZIERO, D. L. P.; BRIGHENTI, A. M.; LOLLATO, R. P.; PITELLI, R. A.; VOLL, E.; OLIVEIRA, E.; MORIYAMA, R. T. **Manual de identificação de plantas daninhas da cultura da soja**. 2 ed, Londrina – PR, Embrapa Soja. 2015. p. 126.
28. GHERSA, C. M.; HOLT, J. S. Using phenology prediction in weed management: a review. **Weed Research**, v. 35, p. 461-470, 1995.
29. GHERSA, C. M.; MARTINEZ-GHERSA, M. A.; CASAL, I. J.; KAUFMAN, M. DEREGIBUS, V. A.; ROUSH, M. L. Effect of light treatments on winter wheat and Italian ryegrass establishment. **Weed Technology**, n. 8, p. 37-45, 1994.
30. GIANFAGNA, F. J.; PRIDHAM, A. M. S. Some aspects of dormancy and germination of crab grass. **Proceedings of American Society of Horticultural Science**, Genova, v. 58, n. 1, p. 291-297, 1951.
31. GIBSON, L.R.; LIEBMAN, M. Laboratory exercise for teaching critical period of weed control concepts. **Weed Technology**, v. 17, p. 403-411, 2003.
32. GILMORE, E. C.; ROGERS, R. S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. **Agronomy Journal**, v. 50, p. 611-615, 1958.
33. HARPER, J. L.; BENTON, R. A. The germination of seeds on the surface of a water supplying substrate. **Journal Ecology**, v. 54, n. 1, p. 151-166, 1966.
34. HESS, M.; BARRALIS, G.; BLEIHOLDER, H.; BUHRS, L.; EGGERS, T.H.; HACK, H.; STAUSS, R. Use of the extended BBCH scale – general for the descriptions of the growth stages of mono- and dicotyledonous weed species. **Weed Research**, v.37, p.433-441, 1997.
35. HODGES, T. F. **Predict crop phenology**. Boca Raton: CRC, 1991. 233 p.
36. IKEDA, F. S.; VICTORIA FILHO, R.; VILELA, L.; MARCHI, G.; CAVALIERI, S. D.; SILVA, A. A. Emergência e crescimento inicial de cultivares de Urochloa em diferentes profundidades de semeadura. **Planta Daninha**, v. 31, n. 1, p. 71-78, 2013.
37. KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF Brasileira, 1992. 792 p.
38. KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Bernardo do Campo: BASF, 1999. 978 p.

39. KNEZEVIC, S. Z.; EVANS, S. P.; BLANKENSHIP, E. E.; VAN ACKER, R. C.; LINDQUIST, J. L. Critical period for weed control: the concept and data analysis. **Weed Science**, v. 50, n. 6, p. 773-786, 2002.
40. KOZLOWSKI, L. A. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho baseado na fenologia da cultura. **Planta Daninha**, v. 20, n. 3, p. 365-372, 2002.
41. KUVA, M. A.; PITELLI, R. A.; SALGADO, T.P.; ALVES, P. L. C. A. Fitossociologia de comunidades de plantas daninhas em agroecossistema Cana-Crua. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 501-511, 2007.
42. KUVA, M. A.; PITELLI, R. A.; SALGADO, T.P.; ALVES, P. L. C. A. Fitossociologia de comunidades de plantas daninhas em agroecossistema Cana-Crua. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 501-511, 2007.
43. LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 174p.
44. LARGE, E. C. Growth stages in cereals. Illustrations of the FEEKES' scale. **Plant Pathology**, v. 3, p. 128-129, 1954.
45. LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**. 4.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 650 p.
46. LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 608p.
47. MACHADO-NETO, J. G.; PITELLI, R. A. Profundidade de semeadura na emergência de amendoim-bravo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 23, n. 11, p. 1203-1208, 1988.
48. MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. ABRATES: Londrina, 2015. 659p.
49. MARTÍNEZ-GHERSA, M. A.; GHERSA, C. M. A.; SATORRE, E.H. Coevolution of agricultural systems and their weed companions: implications for research. **Field Crops Research**, v. 67, p. 181-190, 2000.
50. MIKUSINSKI, O. M. Teste de embebição e germinação em sementes de *Ipomoea aristolochiaefolia*. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 9, n. 3, p. 103-108, 1987.
51. MONQUERO, P.A.; SILVA, P.V; HIRATA, A.C.S.; MARTINS, F.R.A. Monitoramento do banco de sementes de plantas daninhas em área de cana-de-açúcar colhida mecanicamente. **Planta Daninha**, v. 29, n. 1, p. 107-119, 2011.
52. MORO, M. F.; SOUZA, V. C.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; QUEIROZ, L. P. de; FRAGA, C. N. de; RODAL, M. J. N.; ARAÚJO, F. S. de; MARTINS, F. R. Alienígenas na sala: o que fazer com espécies exóticas em trabalhos de taxonomia, florística e fitossociólogo. **Acta Botânica Brasilica**, v. 26, n. 4, p. 991-999, 2012.

53. NEPOMUCENO, S. C.; ATHIÊ-SOUZA, S. M.; BURIL, M. T. Convolvulaceae da Microrregião do Alto Capibaribe, PE, Brasil. **Hoehnea**, v. 43, n. 3, p. 371-386, 2016.
54. NKOA, R.; OWEN, M. D. K.; SWANTON, C. J. Weed abundance, distribution, diversity, and community analyses. **Weed Science**, v. 63, p. 64-90, 2015.
55. OLIVEIRA, A. R.; FREITAS, S. P. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 33-46, 2008.
56. PAULA, G. M. de; STRECK, N. A. Temperatura base para emissão de folhas e nós, filocrono e plastocrono das plantas daninhas papuã e corriola. **Ciência Rural**, v. 38, n. 9, 2008.
57. PEREIRA, A R; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Meteorologia agrícola**. Piracicaba: ESALQ, 2007. 192 p.
58. PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. 3.ed. **Meteorologia agrícola**. Piracicaba: ESALQ, 2000. 175 p.
59. PITELLI, R. A. Interferência das plantas daninhas nas culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, v 11, n. 29, p. 16-27, 1985.
60. PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Ecologia das plantas daninhas no sistema plantio direto. In: ROSSELLO, R. D. **Siembra directa en el cono sur**. Montevideo: PROCISUR, 2001. p. 203-210.
61. PRIESTLEY, D. A. **Seed ageing**. Implications for seed storage and persistence in the soil. New York: Comstock, 1986. 245p.
62. PROCÓPIO, S. DE O.; SANTIAGO, A. D.; CARVALHO, H. W. DE L. **Estudos de População de Plantas de Soja na Região do SEALBA**. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2018. 24 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 134).
63. PROCÓPIO, S. DE O.; CARVALHO, H. W. DE L.; SANTIAGO, A. D. **Produção de soja na região do SEALBA (Sergipe, Alagoas e Bahia) - Oportunidades e desafios**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/19066040/artigo>> Acesso em: 22 de dez. 2016.
64. RADOSEVICH, S. R.; HOLT, J. S. **Weed ecology**: implications for vegetation management. New York: John Wiley & Sons, 1984. 263 p.
65. RADOSEVICH, S. R.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed ecology**: implications for management. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1997. 589p.
66. RADUNZ, L. L. Interação competitiva de genótipos de arroz e papuã. **Planta Daninha**, v. 32, n. 3, p. 533-542, 2014.

67. RAMIRES, A. C.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R. S.; GUERRA, N.; ALONSO, D. G.; BIFFE, D. F. Controle de *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea grandifolia* com a utilização de glyphosate isolado ou em associação com latifolicidas. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 621-629, 2010.
68. RAVINDRA, G. M.; SRIDHARA, S.; GIRIJESH, G. K.; NANJAPPA, H. V. Weed biology and growth analysis of *Celosia argentea* L., a weed associated with ground nut and finger millet crops in southern India. **Communications in Biometry and Crop Science**, v. 2, p. 80-87, 2008.
69. RICHARDS, F. J. The quantitative analysis of growth. In: Steward, F.C. (Ed.), *Plant physiology a treatise*. VA. Analysis of growth. London: Academic Press. 1969.
70. RISSO, D. F.; CARÁMBULA, M. **Lotus El Rincón** – producción y utilización de los mejoramientos. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Uruguay, 1998. 34p.
71. SALISBURY, E. J. **Weeds and Aliens**. London: Collins. 1961.
72. SANDERMANN, H. Plant biotechnology: ecological case studies on herbicide resistance. **Trends in Plant Science**, v. 11, n. 7, julho 2006.
73. SHAW, W. C. Integrated weed management systems technology for pest management. **Weed Science**, v. 30, n. 1, p. 2-12, 1982.
74. SHI, Y. P.; JIA, Z. J. Recent studies on diterpene esters and their bioactivities from *Euphorbia* genus in China. **Chemical Journal of Chinese Universities**, v. 18, n. 7, p. 1107-1112, 1997.
75. SHRESTHA, A.; KNEZEVIC, S. Z.; ROY, R. C.; BALL-COELHO, B. R.; SWANTON, C. J. Effect of tillage, cover crop and crop rotation on the composition of weed flora in a sandy soil. **Weed Research**, v. 42, n. 1, p. 76-87, 2002.
76. SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: Editora UFV, 2013, 367 p.
77. SIMÃO-BIANCHINI, R.; FERREIRA, P. P. A.; PASTORE, M. 2014. **Convolvulaceae**. Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora>. Acesso em: 10 jan. 2018.
78. SINGH, M.; RAMIREZ, A. H. M.; SHARMA, S. D.; JHALA A. J. Factors affecting the germination of tall morningglory (*Ipomoea purpurea*). **Weed Science**, v. 60, n. 1, p. 64-68, 2012.
79. SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**. 3ed. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, Nova Odessa. 2005.

80. STAPLES, G. 2012. **Convolvulaceae** - the morning glories and bindweeds. Convolvulaceae Unlimited. Disponível em: <http://convolvulaceae.myspecies.info>. Acesso em: 10 jan. 2018.
81. STAUSS, R. Use of the extended BBCH scale – general for the descriptions of the growth stages of mono- and dicotyledonous weed species. **Weed Research**, v.37, p. 433-441, 1997.
82. STRECK, N.A; MICHELON, S.; ROSA, H. T.; WALTER, L. C.; BOSCO, L. C.; PAULA, G. M. de; CAMARA, C.; SAMBORANHA, F. K.; MARCOLIN, E.; LOPES, S. J. Filocrono de genótipos de arroz irrigado em função da época de semeadura. **Ciência Rural**, v. 37, n. 2, p. 323-329, 2007.
83. TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.
84. TANVEER, A.; KHALIQ, A.; JAVAID, M. M.; CHAUDHRY, M. N.; AWAN, I. Implications of weeds of genus euphorbia for crop production: a review. **Planta Daninha**, v. 31, n. 3, p. 723-731, 2013.
85. THORNLEY, J. H. M. **Mathematical models in plant physiology**. London: Academic Press, 1976.
86. TIRONI, S. P.; SOUZA, R. C. de. Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar no Nordeste. In: Simpósio sobre Manejo de Plantas Daninhas do Nordeste, 2., 2013, Campina Grande. **Anais...Campina Grande: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas**, 2013. p. 21-35 (CD-ROM).
87. VELINI, E. D.; MARTINS, D. 1998. Efeito da palha da cana-de-açúcar sobre a germinação das principais espécies de plantas daninhas desta cultura. FCA/UNESP, **Relatório Técnico**, Botucatu, 26 p.
88. VELINI, E. D.; NEGRISOLI, E. Controle de plantas daninhas em cana-crua. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Anais... Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas**, 2000. p. 148-164.
89. VOLL, E.; ADEGAS, F.S.; GAZZIERO, D.L.P.; BRIGHENTI, A.M.; OLIVEIRA, M.C.N. Amostragem do banco de semente e flora emergente de plantas daninhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 211-218, 2003.
90. WILSON, L. T.; BARNETT, W.W. **Degreedays and pest management**. Califórnia: Agriculture, 1983.
91. ZADOKS, J. C.; CHANG, T. T.; KONZAK, C. F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, v. 14, p. 415-421, 1974.
92. ZIMDAHL, R. L.; MOODY, K.; LUBIGAN, R. T.; KASTIN, E. M. Patterns of weed emergence in tropical soil. **Weed**.

3. FENOLOGIA, PRODUÇÃO E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Ipomoea grandifolia* (DAMMER) O'DONELL.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi compreender a dinâmica de desenvolvimento da *Ipomoea grandifolia* com base nos eventos fenológicos quantificados em graus-dia, na produção e na qualidade fisiológica, das sementes produzidas e armazenadas. O experimento de fenologia foi realizado no CECA/UFAL, Rio Largo, AL, conduzido em manilhas. Foram distribuídas 10 sementes/cova, a 1,5 cm de profundidade para obter uma população de 10 plantas/manilha, totalizando 50 plantas/espécie. A avaliação fenológica foi realizada para toda a população, diariamente até o micro-estádio 13 (3 folhas verdadeiras expandidas) e a partir desse momento a cada três dias. O início de cada macro e micro-estádio fenológico foi considerado como a data em que 50% + 1 das plantas apresentavam uma mesma característica de desenvolvimento caracterizados pela escala BBCH modificada. A produção de sementes/planta para corda-de-viola foi estimada pelo número médio de sementes por fruto x número médio de frutos produzidos por cimeira x número de cimeiras colhidas por planta. Os dados obtidos dos micro-estádios, foram submetidos a análise de variância e regressão polinomial e os dados da produção de sementes à análise estatística descritiva. As sementes colhidas ao final do ciclo de produção da corda-de-viola, foram levadas ao Laboratório de Propagação, para debulha e beneficiamento e em seguida acondicionadas em embalagem de vidro e papel, em diferentes condições, em esquema fatorial 2 x 3 x 5 (embalagens, ambientes e períodos de armazenamento), com quatro repetições de 50 sementes cada. As variáveis analisadas foram: teor de água, germinação, primeira contagem, índice de velocidade de germinação (IVG) e massa seca de plântulas, e os dados submetidos a análise de variância e regressão polinomial. Transcorrido cada período de armazenamento, amostras de sementes foram retiradas para determinação do teor de água, utilizando duas amostras de 70 sementes (0,61g) em estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$, por 24 horas. Para o teste de germinação, foi utilizado 50 sementes/repetição, distribuídas em caixas transparentes com dimensões (11x11x3,5cm), utilizando como substrato duas folhas de papel toalha, umedecidas com água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco, incubadas em temperatura alternada de 20-30°C, com fotoperíodo de 12 horas. As avaliações foram realizadas diariamente do 2º ao 15º dia após a instalação do teste, computando-se como critério de plântulas normais, aquelas com raiz e parte aérea bem formadas. A primeira contagem foi realizada no 3º dia após a instalação do teste. A massa seca foi realizada em estufa a 65°C por 48 horas e expresso em g/plântula. O ciclo de desenvolvimento da *I. grandifolia* ocorreu em 172,6 dias após a semeadura (DAS), com 3320,47 graus-dia acumulados (GDA) e foram caracterizados quatro macro-estádios e sete micro-estádios fenológicos: 1 (10, 11, 12 e 13) 2 (24) 6 (60) e 8 (89). A produção de sementes de *I. grandifolia* foi estimada em 777 sementes/planta e podem ser armazenadas em laboratório na embalagem vidro por até 90 dias mantendo a viabilidade inicial, mas as condições de temperatura e umidade em geladeira promovem a deterioração das sementes nos primeiros 30 dias de armazenadas.

Palavras-chave: corda-de-viola, fenologia de plantas daninhas, germinação.

ABSTRACT

The objective of this study was to understand the development dynamics of *Ipomoea grandifolia* based on the phenological events quantified in degree-days, in the production and the physiological quality, of the seeds produced and stored. The phenology experiment was carried out in the CECA / UFAL, Rio Largo, AL, conducted in shackles. Ten seeds / pit were distributed at 1.5 cm depth to obtain a population of 10 plants / manilha, totaling 50 plants / species. The phenological evaluation was performed for the entire population, daily until micro-stage 13 (3 true expanded leaves) and from that moment every three days. The beginning of each macro and micro phenological stage was considered as the date when 50% + 1 of the plants had the same developmental characteristics characterized by the modified BBCH scale. The seed / plant production for viola was estimated by the average number of seeds per fruit x average number of fruits produced per summit x number of summits harvested per plant. The data obtained from the micro-stages were submitted to analysis of variance and polynomial regression and the data of the seed production to the descriptive statistical analysis. The seeds harvested at the end of the production cycle of the viola were taken to the Propagation Laboratory for threshing and processing and then packed in glass and paper packaging under different conditions in a 2 x 3 x 5 factorial scheme (packages, environments and storage periods), with four replicates of 50 seeds each. The variables analyzed were: water content, germination, first count, germination rate index (IVG) and dry mass of seedlings, and data submitted to analysis of variance and polynomial regression. After each storage period, seed samples were taken to determine the water content, using two samples of 70 seeds (0.61 g) in an oven at 105 ± 3 ° C for 24 hours. For the germination test, 50 seeds / replicate were used, distributed in transparent boxes with dimensions (11x11x3,5cm), using as a substrate two sheets of paper towel, moistened with distilled water equivalent to 2,5 times the weight of the dry substrate, incubated at alternating temperatures of 20-30°C, with photoperiod of 12 hours. The evaluations were performed daily from the 2nd to the 15th day after the installation of the test, computed as a criterion of normal seedlings, those with well-formed root and shoot. The first count was performed on the 3rd day after the test installation. The dry mass was carried out in a greenhouse at 65°C for 48 hours and expressed in g / seedling. The development cycle of *I. grandifolia* occurred at 172.6 days after sowing (DAS), with accumulated 3320.47 day-degrees (GDA) and four macro-stages and seven phenological micro-stages were characterized: 1 (10, 11, 12 and 13) 2 (24) 6 (60) and 8 (89). Seed production of *I. grandifolia* was estimated at 777 seeds / plant and can be stored in the laboratory in the glass container for up to 90 days maintaining the initial viability, but the temperature and humidity conditions in the refrigerator promote the deterioration of the seeds in the first 30 days of storage.

Keywords: morningglory, weed phenology, germination.

3.1 INTRODUÇÃO

Ipomoea grandifolia (Dammer) O'Donell., mais conhecida como corda-de-viola, é nativa da América do Sul, incluindo o Brasil. É uma planta anual de verão, com sua germinação na primavera, crescimento no verão, maturação e senescência no outono (SILVA; SILVA, 2013). É infestante em diversas culturas agrícolas anuais, sendo coexistente na cultura da cana-de-açúcar por longos períodos, causa problemas para o crescimento, práticas culturais e colheita, pois se entrelaçam nos colmos utilizando-os como suporte ao longo do seu ciclo de vida (VELINI; MARTINS, 1998).

Propaga-se apenas por sementes e a germinação, é potencializada nos meses de verão, devido às melhores condições de temperatura e umidade em algumas regiões do Brasil. Portanto, nessa estação, o monitoramento dos fluxos de emergência em campo e a previsão dos eventos fenológicos são importantes para otimizar o controle dessas espécies daninhas em cultivos agrícolas (AZANIA et al., 2003). Seu ciclo de vida normalmente é maior que o das culturas em que ocorre, de modo a interferir na eficiência das colhedoras, tendo suas sementes disseminadas dentro de sua faixa natural de dispersão, como também a médias e longas distâncias quando os frutos e sementes estão presos à planta mãe no momento da colheita (AZANIA et al., 2002; PAULA; STRECK, 2008).

Entretanto, existem poucos estudos na literatura com relação à fenologia da *I. grandifolia*, quando o crescimento e o desenvolvimento da espécie é considerado em função da temperatura acumulada para cada estágio fenológico, quantificado como tempo térmico ou graus-dias acumulados (GDA). Portanto, são necessários estudos básicos de biologia para determinar os estádios fenológicos desta espécie, e os resultados podem ser comparados em diferentes locais, anos e datas de plantio, além de relacionar o período crítico de interferência nas culturas e avaliar o impacto do clima na fenologia da espécie e na produção final (GILMORE; ROGERS, 1958; KNEZEVIC et al., 2002).

Outro aspecto importante é a germinação das plantas daninhas, pois essas plantas produzem grande quantidade de sementes que ficam armazenadas no solo, formando bancos de sementes e sempre que as condições são favoráveis, as sementes são estimuladas a germinar, desenvolvendo-se rapidamente e infestando as culturas. Segundo Gasparino et al. (2006), o banco de sementes é considerado um sistema dinâmico, cujo estoque acumulado é variável de acordo com o balanço entre entradas e saídas, sendo as entradas provenientes das sementes adicionadas via ressemeadura a cada ciclo de produção ou por mecanismos de dispersão e saídas por disseminação, morte e predação.

Devido à relevância da *Ipomoea grandifolia* como planta daninha de diversas culturas de importância econômica e tendo em vista a falta de informações básicas de biologia de plantas daninhas, objetivou-se com este estudo, compreender a dinâmica de desenvolvimento de *Ipomoea grandifolia* com base no tempo térmico requerido para a previsão de ocorrência dos eventos fenológicos em graus-dia, a produção e a qualidade fisiológica, das sementes produzidas e armazenadas.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Condições experimentais

A pesquisa de campo foi realizada com a espécie *I. grandifolia*, em área experimental do Centro de Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), com coordenadas geodésicas (09° 28' 02" S, 35° 49' 43" W, 127 m) e no Laboratório de Propagação de Plantas, ambos localizados no município de Rio Largo - Alagoas. O clima da região é classificado segundo o método de Thorthwaite e Mather (1955) como úmido, megatérmico, com deficiência de água moderada no verão e grande excesso de água no inverno.

O experimento foi conduzido em “manilhas” (estrutura de concreto), com dimensões de 70 cm de diâmetro por 20 cm de altura, preenchidas com solo, com as características químicas descritas na Tabela 1. A irrigação ocorreu sempre que necessário.

Tabela 1. Análise química das amostras de solo da área do experimento.

P mg dm ⁻³	pH em água	Al ³⁺	K	Ca	Mg	H ⁺ +Al ³⁺	SB
		cmol _c /dm ³					
256	6,4	0,03	0,60	5,60	1,47	3,42	7,07

Fonte: Realizada pelo Laboratório de Solos, Água e Planta - UFAL/CECA – Rio Largo, AL.

A semeadura foi realizada em outubro de 2016, com distribuição de 10 sementes/cova na profundidade de 1,5 cm, para obter uma população de 10 plantas/manilha, totalizando 50 indivíduos. O desbaste foi realizado no momento em que 50% + 1 das plântulas/manilha atingiram o micro-estádio 10 (folhas cotiledonares totalmente expandidas). Como se trata de uma espécie trepadeira, foi colocado um tutor de bambu/planta, como suporte para o crescimento e desenvolvimento da corda-de-viola.

3.2.2 Fenologia

3.2.2.1 Escala BBCH modificada

A avaliação fenológica da *I. grandifolia* foi realizada para toda a população, diariamente até o micro-estádio 13 (3 folhas verdadeiras expandidas) e a partir desse momento a cada três dias. Nos estádios subsequentes, a codificação foi realizada quando um evento foi observado e aplicável à espécie. O início de cada macro e micro-estádio fenológico foi considerado como a data em que 50% + 1 das plantas apresentavam uma mesma característica de desenvolvimento. A duração do experimento foi de aproximadamente seis meses (outubro 2016 – abril 2017).

A observação da fenologia dessa espécie foi baseada em um sistema de informações constituído por uma numeração decimal de dois dígitos que identifica cada macro e micro-estádio de desenvolvimento da planta, denominada de escala BBCH modificada para plantas daninhas, proposta por Hess et al. (1997).

3.2.2.2 Graus-dia (GD)

Durante o período do experimento, os dados diários de temperatura do ar mínima e máxima, umidade do ar e a precipitação pluvial foram obtidos da estação agrometeorológica automática do CECA/UFAL, situada a 100 m da área experimental.

A temperatura do ar foi utilizada para expressar a acumulação simples de graus-dia em cada fase fenológica correspondendo ao tempo biológico de desenvolvimento de uma espécie, podendo ter o auxílio de escalas fenológicas na determinação do início das fases principais e secundárias ou entre as fases principais, depende do objetivo do estudo. Neste experimento, os graus-dia foram associados com o início de estádios fenológicos caracterizados com a utilização da escala BBCH modificada (HESS et al., 1997), ao longo do crescimento e desenvolvimento de *I. grandifolia* quando o evento ocorreu em 50% + 1 da população.

A temperatura considerada nos cálculos de graus-dia, deve estar acima da temperatura-base inferior (T_b) e abaixo da temperatura-superior (T_B) para a espécie. A temperatura do ar média em algumas regiões do Brasil, não chega a atingir níveis elevados, e nessas situações a temperatura-base superior (T_B) deixa de ser considerada nos cálculos de graus-dia (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007).

Os graus-dia acumulados – GDA ($^{\circ}\text{C dia}$) pela *I. grandifolia* foi calculado, adotando-se a temperatura base ($T_b = 7^{\circ}\text{C}$) determinada por Paula e Streck (2008) para a *Ipomoea triloba*

(Convolvulaceae). O tempo térmico ou graus-dia foi derivado da acumulação da diferença entre a temperatura média (T_m) e a temperatura-base inferior (T_b) para cada dia, a partir da data de plantio (INMAN-BAMBER,1994). Os graus-dia acumulados (GDA) foram calculados pela seguinte equação:

$$GDA = \sum_{i=1}^n \left(\frac{T_x + T_n}{2} \right) - T_b.$$
 Em que: T_x - temperatura do ar máxima diária ($^{\circ}C$); T_n - temperatura do ar mínima diária ($^{\circ}C$); n - número de dias observados. E os cálculos foram realizados através de uma planilha no Microsoft Excel[®].

A média mensal de temperatura do ar, umidade relativa e precipitação pluviométrica registradas durante o período do experimento (outubro/2016 - abril/2017) foram de $26^{\circ}C$, 70,8% e 46,57 mm. De acordo com Ferreira Júnior et al. (2014) as médias climatológicas anuais (1972-2010) temperatura do ar média, umidade relativa média e precipitação pluvial, são 1789,5 mm, $25,4^{\circ}C$, 81,8%, respectivamente para Rio Largo, AL.

3.2.3 Produção de sementes

Ao final do experimento, as plantas de *I. grandifolia* foram cortadas rente ao solo, etiquetadas, levadas ao Laboratório de Propagação de Plantas e avaliadas as seguintes características:

Número de cimeiras (inflorescências) - foram contadas as inflorescências de cada planta por repetição para determinar o total de cimeiras por planta.

Número de frutos por cimeira - para a estimativa do número médio de frutos por cimeira, foram separadas 1000 cimeiras, que correspondeu a 20 cimeiras por planta, e foi contabilizado separando cada fruto por cimeira de cada planta, considerado como “ponto de colheita, os frutos secos com pequena abertura, expondo as sementes.

Número de sementes por cimeira - para a estimativa do número médio de sementes produzidos por cimeira, foram separadas 1000 cimeiras, que correspondeu a 20 cimeiras por planta, quando os frutos estavam em ponto de colheita, apresentando-se com coloração castanho-claro, cápsula aberta expondo as sementes sendo contado o número de sementes por cimeira de cada planta (HUCK, 1955).

Número de sementes por fruto - para a estimativa do número médio de sementes por fruto, foram separadas 1000 cimeiras, que correspondeu a 20 cimeiras por planta, sendo dado pela razão entre número de sementes por cimeira e o número de frutos por cimeira de cada planta. A produção de sementes por planta foi estimada pelo número médio de sementes por

fruto x número médio de frutos produzidos por cimeira x número de cimeiras colhidas por planta, adaptado de Srivastava e Singh (2014).

O peso de mil sementes (PMS) - foi determinado após a colheita, retirando uma amostra das sementes produzidas pelos 50 indivíduos da população total de *I. grandifolia*. O número de repetições e o cálculo para obtenção do peso de mil sementes, seguiu as recomendações das Regras para Análise de Sementes (RAS), com oitog amostras de 100 sementes e estimado pela fórmula proposta por Brasil (2009).

3.2.4 Qualidade fisiológica de sementes

As sementes colhidas ao final do experimento de campo, foram utilizadas para avaliar a qualidade fisiológica e a determinação do grau de umidade no momento da colheita, e posteriormente essas mesmas características foram avaliadas em sementes armazenadas em diferentes condições de temperatura e umidade.

Após o beneficiamento, por meio de debulha manual, as sementes de *I. grandifolia* foram homogeneizadas e acondicionadas em embalagem de papel ou vidro, mantidas fechadas em geladeira ($8 \pm 2^\circ\text{C}$ e 50% UR), câmara seca ($23^\circ\text{C} \pm 4^\circ\text{C}$ e 68% UR) e sem controle temperatura e umidade, por períodos de 0, 30, 60, 120 e 240 dias. Transcorrido cada período de armazenamento, foram retiradas amostras de cada embalagem e local de armazenamento para avaliação das seguintes variáveis:

Teor de água - determinado, a cada período de armazenamento supracitados, utilizando duas subamostras de 70 sementes (0,61g) para cada tratamento, sendo colocadas em estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$, por 24 horas, seguindo as recomendações de Brasil (2009).

Teste de germinação - conduzido em caixas plásticas transparentes, com dimensões de 11 x 11 x 3,5 cm, utilizando como substrato duas folhas de papel toalha umedecidas com água destilada o equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco. Em seguida, as sementes foram incubadas na temperatura alternada de 20-30°C, com fotoperíodo de 12 horas. As caixas foram acondicionadas em sacos plásticos para evitar a perda de água por evaporação, e as avaliações foram realizadas diariamente, do 2º ao 15º (contagem final) dia após a instalação do teste devido à estabilização da germinação, computando-se a quantidade de plântulas normais, ou seja, aquelas com raiz primária e parte aérea desenvolvidas adaptado de Azania et al. (2003).

Primeira contagem de germinação - efetuada em conjunto com o teste de geminação, contabilizando-se as plântulas normais no 3º dia após a sementeira, considerando como critério, sementes originaram plântulas normais (raiz e parte aérea bem formadas).

Índice de velocidade de germinação - determinado mediante contagens diárias do número de sementes germinadas, no mesmo horário, do 2º ao 15º dia após a instalação do teste, cujo índice foi calculado de acordo com a fórmula ($IVG = \frac{E_1 + E_2 + \dots + E_n}{N_1 + N_2 + \dots + N_n}$) proposta por MAGUIRE (1962), em que IVG = índice velocidade de germinação, sendo E_1 , E_2 e E_n = número de plântulas normais emergidas a cada dia, N_1 , N_2 e N_n = número de dias da sementeira à primeira, segunda e última contagem.

Massa seca de plântulas - após a contagem final no teste de germinação, as plântulas normais de cada tratamento e repetição foram colocadas dentro de sacos de papel, mantidas em estufa, com circulação de ar a 65°C até atingirem peso constante (48 horas) e, decorrido este período, as plântulas foram pesadas em balança com precisão de 0,001g e os resultados foram expressos em g plântula⁻¹.

3.2.5 Análise estatística

Os dados obtidos correspondentes as fenofases de *I. grandifolia* foram submetidos a análise de variância. Os dados obtidos da produção de frutos e sementes foram submetidos à análise estatística descritiva utilizando o programa estatístico SISVAR, calculando-se a média, desvio padrão, variância, coeficiente de variância, valores de máximo e mínimo e frequência relativa (LABORIAU, 1983).

Na avaliação da qualidade fisiológica das sementes, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 2 x 3 x 5 (embalagens, local de armazenamento e períodos de armazenamento), com quatro repetições de 50 sementes cada. Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão polinomial, utilizando os modelos linear e quadrático.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Fenologia

As fases fenológicas da *I. grandifolia*, foram estabelecidas a partir das relações quantitativas entre temperatura e desenvolvimento da planta. Portanto o crescimento foi registrado em função das unidades térmicas requeridas pela espécie.

O desenvolvimento inicial (Tabela 2 e Figura 1) foi dectado com cerca de 4,8 dias após a sementeira (DAS), com um valor estimado de 74,04 graus-dia acumulados (GDA), o que marcou o início do macro-estádio 1 (desenvolvimento foliar no caule principal). O desenvolvimento foliar no caule principal iniciou quando as folhas cotiledonares ficaram abertas ou expandidas, o que caracteriza o micro-estádio 10 (74,04 GDA). A primeira folha verdadeira expandiu em 10,2 DAS (115,13 GDA) caracterizando o micro-estádio 11. Na sequência, a expansão da segunda folha ocorreu em 12,4 dias (156,23 GDA), definindo o micro-estádio 12. O tempo transcorrido da sementeira ao desenvolvimento da terceira folha, codificação BBCH 13, foi de 16 dias, que correspondeu a 197,32 GDA.

O desenvolvimento dos primeiros ramos laterais ocorreram aos 21,6 DAS, sendo que as plantas mantiveram-se sobre pleno desenvolvimento vegetativo até os 106 DAS, o que correspondeu a um acúmulo térmico de 2128,74 GDA, quando foi observada a abertura de flores de forma esporádica e marcando o início da fase reprodutiva com a definição dos macro-estádio 6 (florescimento) e do micro-estádio 60 (primeiras flores abertas) (Figura 1), permanecendo em florescimento por meio da emissão contínua de novas inflorescências até o final do experimento. Aos 172,6 DAS, foi finalizado um ciclo de produção da corda-de-viola com a maturação de frutos e sementes (macro-estádio 8) e maturação completa de frutos e sementes (micro-estádio 89) com tempo térmico estimado de 3.320,46 GDA.

Tabela 2. Macro e micro-estádios fenológicos de *Ipomoea grandifolia* codificados pela escala BBCH modificada com suas respectivas caracterizações, dias após a sementeira (DAS) e graus-dia acumulados (GDA) em um ciclo de produção da espécie em Rio Largo, AL.

Macro-estádios (BBCH)	Micro-estádios (BBCH)	DAS	GDA
0 (Germinação)	-	-	-
	10 (Folhas cotiledonares abertas)	4,8	74,04
1 (Desenvolvimento foliar no caule principal)	11 (1ª folha verdadeira)	10,2	115,3
	12 (2ª folha verdadeira)	12,4	156,23
	13 (3ª folha verdadeira)	16	197,32
2 (Formação de ramos laterais)	24 (4 caules laterais visíveis)	21,6	649,36
6 (Florescimento)	60 (1ª flores abertas)	106	2128,74
8 (Maturação do fruto ou semente)	89 (Maturação completa)	172,6	3320,46

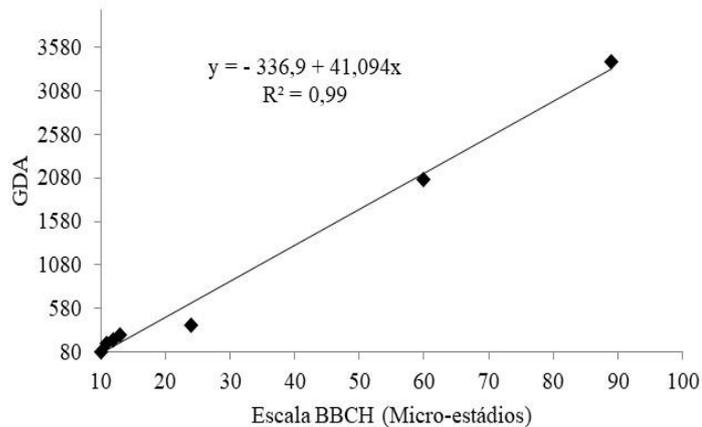


Figura 1. Relação entre GDA e os macro-estádios e micro-estádios fenológicos caracterizados pela escala BBCH modificada em um ciclo de produção da *Ipomoea grandifolia* em Rio Largo, AL.

A emergência de 50% +1, que equivale a 26 plântulas de *I. grandifolia*, ocorreu em aproximadamente 5 dias, que é um período semelhante quando comparado com o tempo necessário para emergência de culturas anuais, como a soja e o milho, com tempo médio de 5 a 7 DAS, respectivamente (VIANA et al., 2005; SCHUAB et al., 2006). Isso pode indicar, que estas culturas e a corda-de-viola, possivelmente irão emergir no mesmo período, e a competição pode se estabelecer no desenvolvimento inicial das plantas cultivadas (soja e o milho). No estudo de Wilson e Cole (1966) também relataram emergências simultâneas das plantas daninhas, *I. purpurea* e *I. hederaceae*, e da soja.

O controle de espécies do gênero *Ipomoea* têm sido referenciados por Chauhan e Abugho (2012), Negrisoli et al. (2007) e Ramires et al. (2010) no macro-estádio fenológico 1 (desenvolvimento de folhas no caule principal). O controle de plantas daninhas, mais especificamente o controle químico, depende do estágio de desenvolvimento da planta-alvo, pois as plantas possuem uma sensibilidade maior ou limitada à aplicação de herbicidas, ao longo das sucessivas fases de crescimento e desenvolvimento (FLECK et al., 2008).

Roman (1998 e 1999) enfatiza a importância dos estudos de fenologia de plantas daninhas nos locais de cultivos, bem como o momento de aplicação de herbicidas, pois o controle inadequado destas plantas é um dos principais fatores relacionados com reduções de colheitas e aumento do risco de aplicações desnecessárias de produtos químicos. Isto é enfatizado em trabalho realizado por Chauhan e Abugho (2012) que verificaram variação no percentual de controle da *I. triloba* em função do estágio fenológico das plantas em que o herbicida foi aplicado.

As previsões das fases de desenvolvimento fenológico sensíveis ao controle e baseados em tempo térmico fornecem subsídios para as tomadas de decisão no manejo de espécies daninhas, considerado como um fator de grande relevância na obtenção de resultados positivos de controle (GAZZIERO et al., 2006). Assim, os períodos de interferências das plantas daninhas nas culturas agrícolas, definidos pelo período total de prevenção à interferência (PTPI) e o período crítico de prevenção à interferência (PCPI) que são os períodos em que os métodos de controle devem atuar, para manter o nível tolerável de perdas de rendimento para cada cultura agrícola.

No presente trabalho, observou-se que o tempo em dias, para a *I. grandifolia* apresentar de 1 a 3 folhas, foi entre 10 e 16 DAS (Tabela 2), com tempo térmico em graus-dia correspondente a 115,13 e 197,32 GDA. Na cultura da soja transgênica RR[®], o controle químico da *I. grandifolia* foi realizado em dois intervalos de micro-estádios: 1 - 3 folhas e 4 - 6 folhas, obtendo-se os melhores resultados de controle quando as plantas tinham entre 1 e 3 folhas, este período correspondeu a 15 dias após a semeadura (DAS) em Maringá - PR (RAMIRES et al., 2010).

3.3.2 Produção de sementes

Na Tabela 3, encontra-se a produção de estruturas reprodutivas em um ciclo de produção da *I. grandifolia*. As cimeiras apresentaram coloração castanho-claro e os frutos/cápsulas tinham coloração semelhante as cimeiras, e com uma pequena abertura, expondo as sementes, caracterizando como o “ponto de colheita” neste estudo.

As 1000 cimeiras colhidas na população de 50 plantas, representaram 26,58% do total de cimeiras colhidas na área de cultivo, com uma média de produção de 4,27 frutos por cimeira, 10,27 sementes por cimeira e 2,42 sementes por fruto, correspondendo a uma produção de 4270 frutos com 10.333 sementes (Tabela 3). Com uma população de 50 plantas de *I. grandifolia* estabelecida em campo nas condições em estudo, obtem-se uma produção média de 3.761 cimeiras, uma produção estimada de 12.295 frutos, e 38.862 sementes, correspondendo a 75 cimeiras/planta, 321 frutos/planta e 777 sementes/planta de corda-de-viola. O peso de mil sementes, correspondeu a 8,68g correspondendo a uma produção de 115.207 sementes/Kg.

Tabela 3. Caracterização da produção pelo número médio de cimeiras por planta (NCi/P), número de frutos por cimeira (NFR/Ci), número de sementes por cimeira (NS/Ci) e número de sementes por fruto (NS/FR) de *Ipomoea grandifolia*.

Parâmetros Estatísticos	Variáveis			
	NCi/P	NFR/Ci	NS/Ci	NS/FR
Média	3761,25	4,27	10,27	2,42
Variância	117490,69	1,99	17,12	0,41
Desvio padrão	342,72	1,41	4,14	0,64
CV%	9,11	33,04	40,30	26,43
Máximo	4274,00	9,00	24,00	4,25
Mínimo	3386,00	2,00	2,00	0,00

O número de unidades estruturais é uma medida de crescimento em plantas que pode detectar informações importantes quanto a fenologia em estudos de adaptação ecológica e comparar o desempenho produtivo da planta como um todo entre plantas geneticamente semelhantes, crescendo em ambientes diferentes, ou entre plantas geneticamente idênticas crescendo num mesmo ambiente (BENINCASA, 1988).

Para Baker, (1974) uma das principais características para o sucesso de uma planta daninha, é a capacidade de produzir e dispersar sementes durante seu ciclo de vida. No presente estudo, as plantas de *I. grandifolia* apresentaram um florescimento contínuo, as estruturas reprodutivas nas inflorescências/cimeiras tinham flores fechadas, flores abertas e frutos em diferentes estádios de maturação, o que possivelmente desencadeia maturação desuniforme das sementes, promovendo uma produção e dispersão de sementes por um tempo mais prolongado.

O número de cimeiras como determinante da produção de sementes é referenciado em outras famílias botânicas, a exemplo das leguminosas, como relata Menezes et al. (2004) em *Adesmia latifolia* Spreng. Vog., assim como o efeito compensatório entre as variáveis de produção de sementes, por exemplo, quando se tem um elevado número de inflorescências, a planta produz um menor número de flores/inflorescência. A produção de flores é muito influenciada pela interação do genótipo com o ambiente (MARSHALL, 1994).

Neste estudo, as plantas de *I. grandifolia*, tiveram uma produção estimada de 4,3 frutos por cimeira na colheita, que foi semelhante ao número médio de flores (4,5) descrito para a espécie (NEPOMUCENO et al., 2016). Segundo Risso e Carábula (1998), o peso de mil sementes e a quantidade de sementes/kg, além de ser um componente da produção final, é fundamental para compreender a dinâmica de produção de sementes e a ressemeadura natural no banco de sementes a cada ciclo de produção, como também a qualidade das sementes adicionadas ao banco no momento de dispersão.

Comparando da corda-de-viola com outras espécies do gênero *Ipomoea*, pode-se notar que a produção de sementes foi inferior aos resultados encontrados para a *Ipomoea lacunosa* L. e a *Ipomoea hederacea* var. *integriuscula* Gray, que produziram 15.200 e 14.600 sementes e superior a *Ipomoea hederacea* L. Jacq. var. *hederacea* com uma produção de 5.800 sementes (GOMES; CHANDLER E VAUGHAN, 1976). No entanto, a produção de sementes por fruto é semelhante a *Ipomoea lacunosa*, que produziu em torno de 2,2 sementes por fruto e inferior a *Ipomoea hederacea* L. Jacq. var. *hederacea* com 3,3 sementes por fruto, porém apresenta maior semelhança biológica com a *I. grandifolia*. como foi considerada por Crowley; Buchanan (1982).

A frequência relativa do número de frutos, número de sementes por cimeira e número de sementes por fruto de *I. grandifolia* encontram-se na Figura 2. Para o número de frutos por inflorescência constatou-se uma variação de 1,13 a 9,88. Entretanto, os valores mais frequentes foram encontrados nos intervalos de 2,88-4,60 e 4,63-6,37, sendo registrados percentuais de 50% e 36%, respectivamente, totalizando 86% dos dados analisados (Figura 2A).

O número de sementes por cimeira apresentou uma distribuição semelhante ao observado para o número de frutos, cujos valores mais frequentes foram encontrados em duas classes 4,75-10,24 e 10,50-15,74, variando de 0,75 a 26,75, correspondendo a uma amplitude de 26,00, enquanto o número de sementes por fruto foi menos variável e concentrando a maior parte das sementes no intervalo de classe entre 1,59 a 2,65 e 2,66 e 3,71 totalizando 89% dos dados amostrados (Figura 2B e C).

O número de classes utilizado permitiu identificar a variabilidade nesses caracteres, pois, a distribuição da frequência deve ter um número de classes adequado, ou seja, nem grande nem pequeno para não prejudicar a interpretação do fenômeno em estudo. Desta forma, o agrupamento dos dados em classes tornou visíveis as diferenças existentes entre número de frutos, número de sementes e sementes por fruto nas cimeiras de corda-de-viola colhidos de plantas crescendo numa mesma área, porém os dados de produção concentram-se em 84 a 89% da população em estudo. Essas diferenças podem ser atribuídas à variabilidade genética existente entre as plantas e das interações intraespecíficas e com os fatores ecológicos (SANTOS-MOURA et al., 2016).

3.3.3 Qualidade fisiológicas de sementes

Segundo a análise de variância (Tabela 4), verificou-se que para os períodos, ambientes e embalagens testadas, houve efeito significativo dos fatores isolados, assim como da interação

para todas as variáveis avaliadas exceto para o índice de velocidade de germinação. Já para a análise de regressão, constatou-se que todas as variáveis se ajustaram a pelo menos um modelo de regressão a 5 e 1 % de probabilidade pelo teste F.

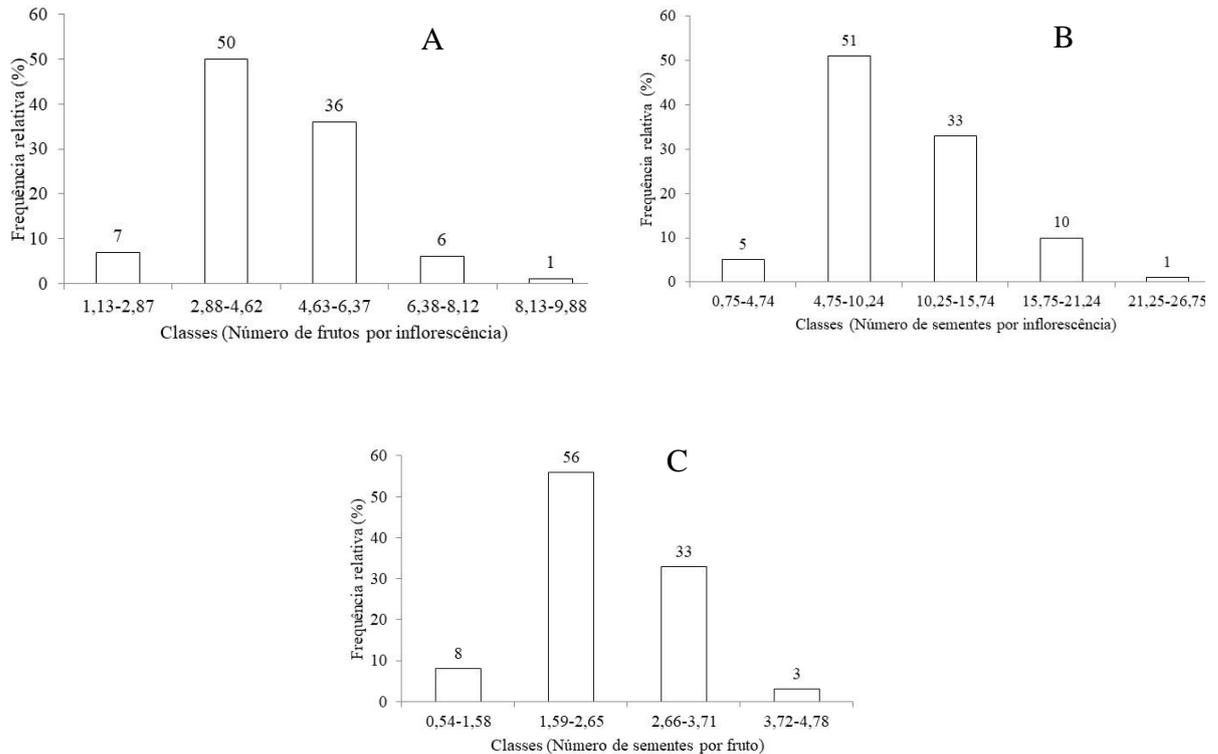


Figura 2. Frequência relativa do número de frutos por cimeira (A), número de sementes por cimeira (B) e número de sementes por fruto (C) de *Ipomoea grandifolia*.

Na Figura 3, encontram-se os valores referentes ao teor de água das sementes de *Ipomoea grandifolia*, armazenadas em diferentes embalagens e ambientes por 240 dias. O teor de água das sementes recém-colhidas foi de 13,35%, porém verificou-se que quando as sementes foram mantidas armazenadas em câmara seca, o teor de água das sementes reduziu de forma linear nas duas embalagens, apresentando valores médios de 10,86% ao final do armazenamento, para as sementes acondicionadas na embalagem de vidro e 8,95% para as sementes armazenadas na embalagem de papel (Figura 3A).

Tabela 4. Análise de variância para germinação (GER), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), massa seca (MS) de plântulas e teor de água (TA) das sementes de *Ipomoea grandifolia* submetidas ao armazenamento em diferentes ambientes e embalagens, durante 240 dias.

	GL	Quadrados Médios				
		GER	PC	IVG	MS	TA
Per.	4	8873,825**	1682,533**	829,386**	0.000015**	40,132**
Amb.	2	5395,758**	3420,700**	13.836**	0.000009**	109,892**
Emb.	1	2793,675**	1178,133**	5.852 ^{ns}	0.000005**	12,705**
P x A	8	833.737**	757,533**	2.361 ^{ns}	0.000002**	8,950**
P x E	4	460,425**	353,800**	1.119 ^{ns}	0,000001**	0,965**
A x E	2	876,925**	306,033**	1.590 ^{ns}	0.000002**	2,420**
P x A x E	8	225,112**	117,450**	0.490 ^{ns}	0,0000003**	1,067**
A1 e E1						
Linear	1	2722,500**	348,100**	171.029**	0.000005**	19,247**
Quadrática	1	3276,209**	469,261**	225.422**	0.000006**	1,097*
A1 e E2						
Linear	1	4601,025**	313,600**	184.544**	0.000007**	9.473**
Quadrática	1	1,231 ^{ns}	315,156**	152.139**	0.000000 ^{ns}	0.435 ^{ns}
A2 e E1						
Linear	1	2788,900**	462,400**	173.883**	0.000005**	53.660**
Quadrática	1	3480,924**	483,096**	227.009**	0.000006**	19.549**
A2e E2						
Linear	1	3168,400**	490,000**	177.204**	0.000005**	73.382**
Quadrática	1	3493,404**	543,727**	227.941**	0.000006**	11.723**
A3 e E1						
Linear	1	6225,025**	1134,225**	204.744**	0.000011**	15.922**
Quadrática	1	66,491 ^{ns}	663.886**	149.565**	0.000000 ^{ns}	6.101**
A3 e E2						
Linear	1	4654,806**	801,025**	187.020**	0.000009**	11.927**
Quadrática	1	1355,518**	5390,992**	95.861**	0.000003**	9.540**
Resíduo	90	38,597	17,222	1.774	0,00000005	
Res. (TA)	30					0.149112

*e ** Significativo a 5 e 1 %, respectivamente, pelo teste F; ^{ns} = não significativo a 5% pelo teste F. A1 x E1= Câmara seca - papel; A1 x E2= Câmara seca - vidro. A2 x E1= Geladeira - papel; A2 x E2= Geladeira - vidro. A3 x E1= Laboratório - papel; A3 x E2= Laboratório - vidro.

Na Figura 3B, tem-se o teor de água das sementes armazenadas em geladeira. Constatou-se que o teor de água das sementes reduziu de forma linear ao longo do armazenamento nas duas embalagens utilizadas (papel e vidro). Possivelmente, a redução do teor de água das sementes ocorreu devido a uma menor umidade relativa dentro da geladeira, o que fez as sementes perderem água para o meio, sendo mais acentuada naquelas acondicionadas em embalagens de papel.

Por outro lado, no laboratório (Figura 3C), constatou-se um ajuste ao modelo de regressão quadrática, cujos maiores conteúdos de água (14,50% e 14,38% em vidro e papel, respectivamente) foram verificados no período estimado de 95 e 73,5 dias de armazenamento. Essa variação pode ser atribuída às condições não controladas em laboratório, variável com as condições ambientais.

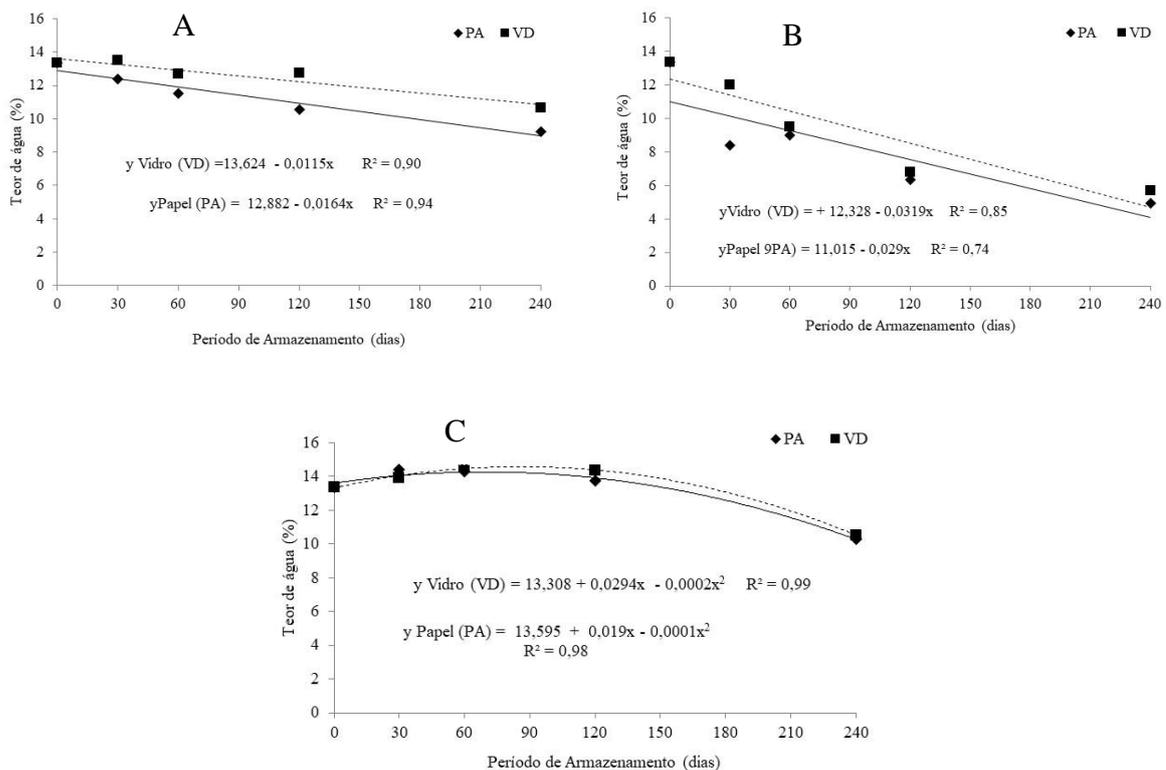


Figura 3. Teor de água de sementes de *Ipomoea grandifolia* armazenadas em câmara seca (A), geladeira (B) e laboratório (C), acondicionadas em papel ou vidro durante 240 dias.

Na condição de armazenamento em câmara seca (Figura 4A), as sementes acondicionadas em embalagem de vidro apresentaram padrão de germinação diferente das sementes que permaneceram na embalagem de papel. Embora ambas as condições tenham proporcionado perdas da viabilidade das sementes, verificou-se reduções acentuadas da

porcentagem de germinação nas sementes em embalagem de papel, uma vez que essa embalagem é permeável e permite trocas com o local de armazenamento e isso pode ter sido crucial na perda da viabilidade nos primeiros 30 dias de armazenamento.

As sementes mantidas em geladeira (Figura 4B), tiveram comportamento semelhante de germinação ao longo do armazenamento nas diferentes embalagens. Verificou-se uma diminuição no percentual de germinação de forma rápida, em ambas as embalagens. O armazenamento em geladeira, reduziu a viabilidade inicial observada na colheita, indicando possivelmente que as sementes de *I. grandifolia* não toleram as condições de temperatura e umidade que foram expostas. Antes do armazenamento, as sementes se encontravam com o teor de água de 13,35% e ao longo do tempo verificou-se redução acentuada no grau de umidade das sementes, a qual pode ter prejudicado a qualidade das mesmas. Nas condições de laboratório (Figura 4C) em condições sem controle de temperatura e umidade, verificou-se que as sementes acondicionadas em embalagem de vidro, apresentaram valor máximo de germinação (52%) aos 63 dias de armazenamento, enquanto que no mesmo período, a porcentagem de germinação das sementes embaladas em papel foi de 36,8%, o que representa perda média de 6,15% da sua viabilidade a cada 30 dias de armazenamento nessa embalagem.

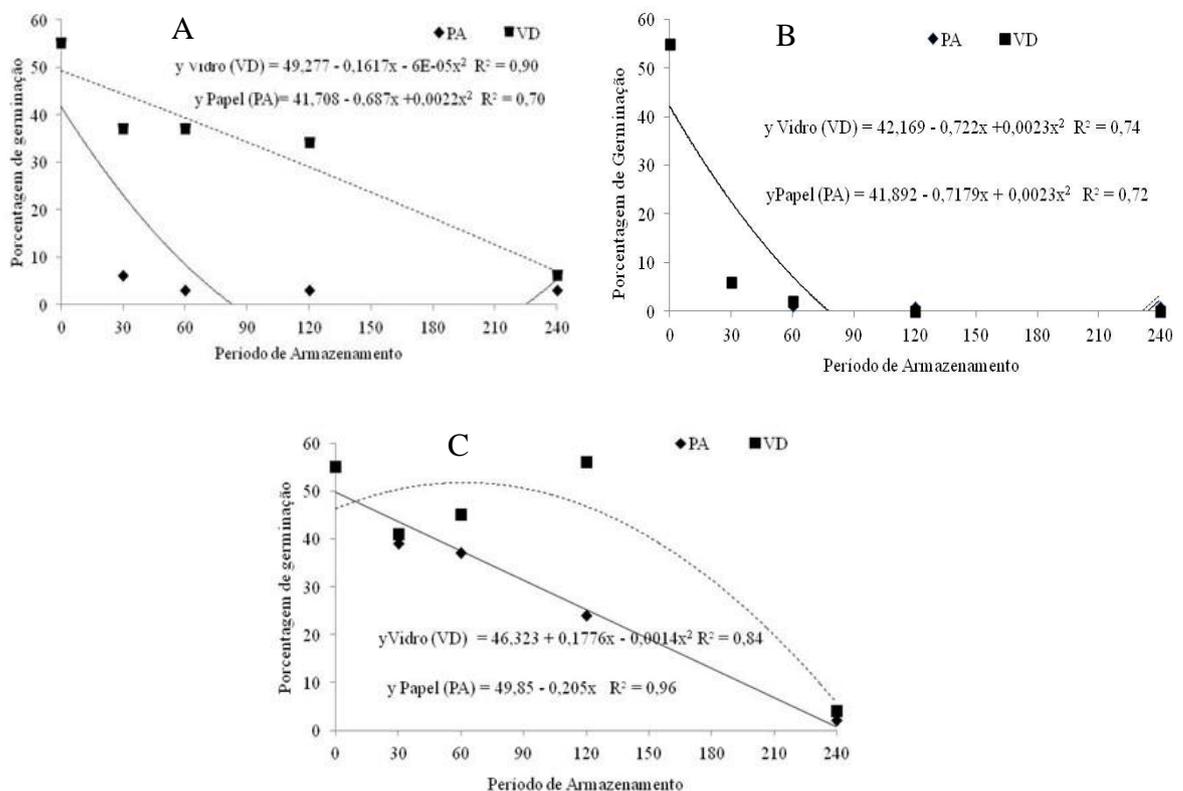


Figura 4. Germinação de sementes de *Ipomoea grandifolia* armazenadas em câmara seca (A), geladeira (B) e laboratório (C), em papel ou vidro, durante 240 dias.

As sementes recém colhidas de corda-de-viola apresentaram o teor de água de aproximadamente 13,35%, com porcentagem de germinação de 55% (valores observados). As sementes, não germinadas, e que permaneceram sem embeber ao final do período do teste de germinação, no tempo inicial/colheita, foram consideradas 45% (sementes duras). A presença de sementes duras em plantas daninhas é relatada para espécies das famílias Malvaceae, Fabaceae e Convolvulaceae (BASKIN; BASKIN, 2001), portanto são encontradas naturalmente em banco de sementes, e a presença do tegumento impermeável ou mais comumente chamado de dureza, é uma dormência física (VIVIAN et al., 2008).

Sementes intactas da espécie *Ipomoea aristolochiaefolia*, após período de 24 horas de embebição, permaneceram 60% como sementes duras e 2% embebidas sem germinar (MIKUSINSKI, 1987). Vivian et al. (2008) comentaram ser comum em plantas daninhas a ocorrência de dormência primária (estabelecimento da dormência quando na planta-mãe) e secundária (estabelecimento após a dispersão). A superação de dormência primária e secundária ao longo do tempo, é o que garante fluxos de emergência em campo em períodos que permitam o crescimento vegetativo e reprodutivo das espécies.

Comparando-se as duas embalagens no armazenamento das sementes em câmara seca (Figura 5A), verificou-se que as sementes apresentaram maiores porcentagem de germinação em primeira contagem, as quais se mantiveram mais estáveis em embalagem de vidro até os 72 dias de armazenamento e decrescem em seguida. Ao passo que, na embalagem de papel, o vigor das sementes, decresceu continuamente. Para as sementes armazenadas em geladeira (Figura 5B), verificou-se que o comportamento foi semelhante, tanto na embalagem de vidro quanto na embalagem de papel, com decréscimo acentuado no vigor nos primeiros meses de armazenamento.

No laboratório, em embalagem de vidro (Figura 5C), a maior porcentagem de germinação em primeira contagem (50,36%) foi quantificada aos 112 dias de armazenamento. Na embalagem de papel, as sementes mantiveram a germinação com valores máximos entre 23,03 e 24,85%, aos 30 e 60 dias, respectivamente, reduzindo até o final do período.

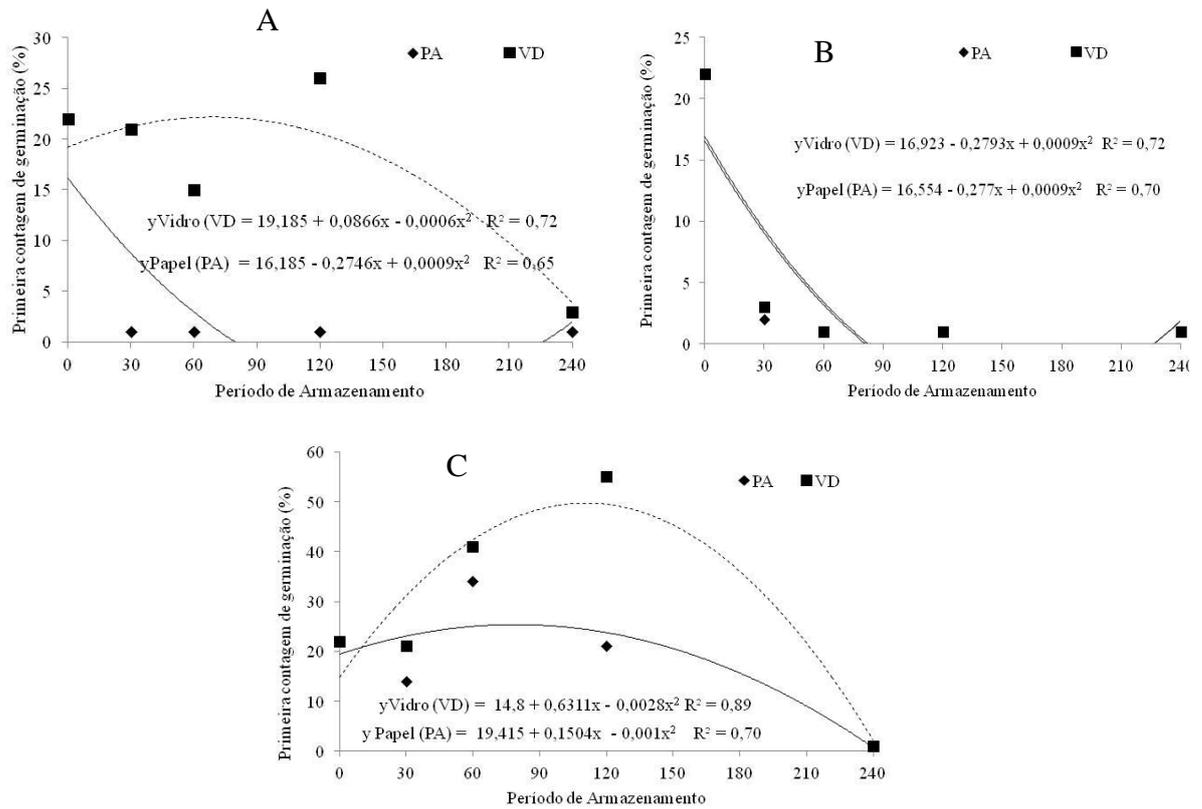
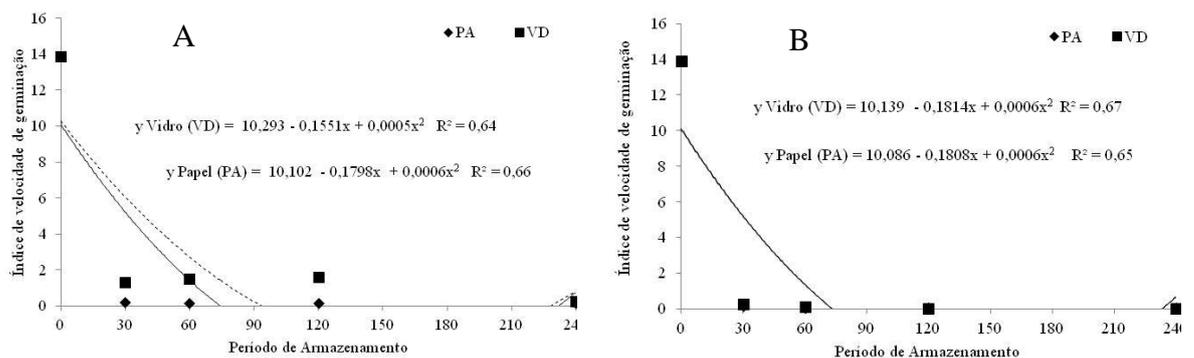


Figura 5. Primeira contagem de germinação de sementes de *Ipomoea grandifolia* armazenadas em câmara seca (A), geladeira (B) e laboratório (C), em papel ou vidro, durante 240 dias.

O índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes mantidas em câmara seca, geladeira e laboratório em embalagem de vidro e papel encontram-se na Figura 6. Há uma queda notória no IVG ao longo do tempo em todas as condições, porém, essa condição foi mantida por um período maior quando as sementes foram armazenadas em câmara seca em embalagem de vidro (Figura 6A) e na condição de laboratório em embalagem de vidro e papel (Figura 6C) e, por um período reduzido quando foram armazenadas em condições de geladeira em ambas as embalagens (Figura 6B).



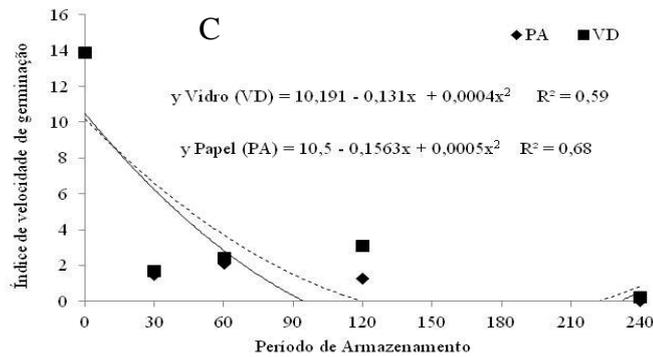
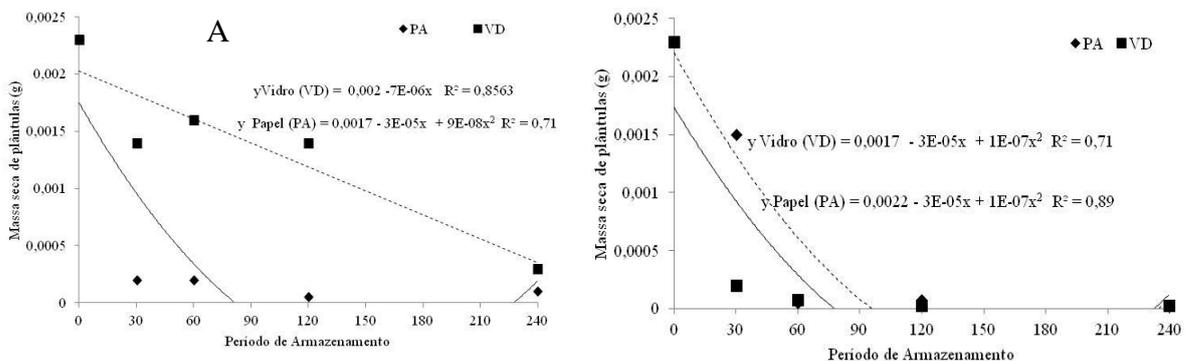


Figura 6. Índice de velocidade de germinação de sementes de *Ipomoea grandifolia* armazenadas em câmara seca (A), geladeira (B) e laboratório (C), em papel ou vidro, durante 240 dias.

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi o teste de vigor mais sensível em detectar perda do vigor das sementes de *I. grandifolia* logo no primeiro mês de armazenamento, pois quanto maior esse valor, mais rápido é o processo germinativo e conseqüentemente o estabelecimento das plântulas.

A massa seca de plântulas oriundas de sementes armazenadas em câmara seca, geladeira e laboratório em diferentes embalagens, encontram-se na Figura 7. Constatou-se que as sementes armazenadas em câmara seca originaram plântulas menos vigorosas quando acondicionadas em embalagem de papel, comparadas com as sementes armazenadas em embalagem de vidro (Figura 7A).

Em geladeira, nas duas embalagens (papel e vidro), as plântulas apresentam reduções acentuadas no conteúdo de massa já nos primeiros 30 dias de armazenamento (Figura 7B). Os maiores valores de massa seca foram observados em plântulas originadas de sementes de corda-de-violão armazenadas em câmara seca e laboratório, na embalagem de vidro (Figura 7A e C), porém, a tendência observada em laboratório foi de redução da massa a partir de 90 dias.



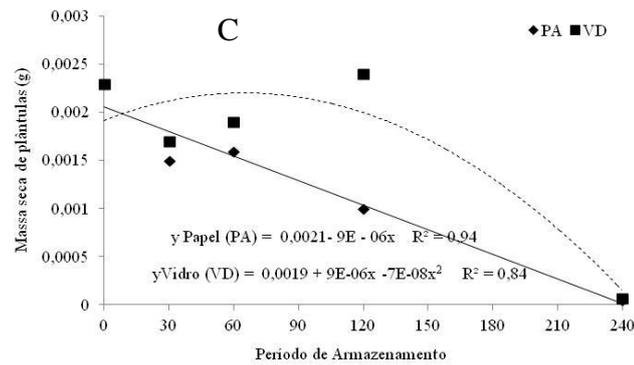


Figura 7. Massa seca de plântulas (g) oriundas de sementes de *Ipomoea grandifolia* armazenadas em câmara seca (A), geladeira (B) e laboratório (C), em papel ou vidro, durante 240 dias.

De acordo com Maluf e Pisciotano-Ereio, (2005) a longevidade de sementes ortodoxas é maior quando elas possuem tegumento impermeável e quando são mantidas em locais mais frios e secos, ou em ambas as condições ao mesmo tempo. Com base nisso, é possível sugerir que as sementes de corda-de-viola, possivelmente, não possam ser caracterizadas como ortodoxas, pelo comportamento apresentado quando foram acondicionadas em condições de geladeira.

As sementes intermediárias, considerada uma terceira classificação entre sementes ortodoxas e recalcitrantes, que foi proposto por Ellis, Hong e Roberts (1990), as quais podem ser desidratadas a níveis moderados de umidade, entre 12-15% e mantêm a viabilidade por período considerável ou alguns anos, no entanto, são sensíveis a temperaturas baixas. Pelo comportamento fisiológico das sementes de *I. grandifolia* em relação ao período de armazenamento, o grau de umidade das sementes armazenadas foi observado na faixa de 12-15%, assim como a sensibilidade à baixas temperaturas em geladeira em embalagem de vidro, mesmo mantendo grau de umidade na faixa aceitável para sementes intermediárias, porém o tempo de estocagem foi classificado de curto prazo, que de acordo com Hong e Ellis (2002) o tempo de armazenamento é de poucos dias até 6 a 9 meses.

A condição ambiente de laboratório em embalagem de vidro, pode ser uma combinação provável de armazenamento de sementes de *I. grandifolia* a curto prazo, mas é dependente das condições ambientais. Wilson e Cole (1966) trabalhando com outras espécies de *Ipomoea*, onde emergências em campo de *I. purpurea*, e *I. hederaceae* que possui similaridade biológica com *I. grandifolia*, ocorreram por 6 a 8 semanas. A capacidade germinativa das sementes de *I. grandifolia* armazenadas até 90 dias mostraram boa concordância dos dados com os resultados do estudo dos autores supracitados.

Outra linha de aplicação dos resultados deste estudo, indicando possivelmente a melhor época de coleta do banco de sementes do solo e fluxos de emergência em campo para a corda-de-viola nas condições climáticas em estudo, é que possam ocorrer na transição da estação seca para a estação chuvosa e ao longo da estação chuvosa, que são bem definidas para a Região Nordeste. Essa mesma ideia a cerca do período de coleta de banco de sementes é mencionada por Carmona (1995), em estudos da flora infestante *em situ* estabelecida e do banco de sementes, em diferentes agroecossistemas, pode ser quantificado no início da estação chuvosa.

Forcella (1992), realizou amostragens de banco de sementes de plantas daninhas, em dois períodos (outono e primavera) a fim de definir a melhor época de coleta para prever densidade final de populações de plântulas em campo, de *Setaria glauca*, *S. viridis*, *Amaranthus retroflexus* e *Chenopodium album*, e verificou que a amostragem na primavera é mais confiável do que na outono, uma vez que muitas sementes armazenadas no banco de sementes, e aparentemente viáveis, morrem no inverno.

3.4 CONCLUSÕES

O ciclo de desenvolvimento da *Ipomoea grandifolia* ocorreu em aproximadamente 172,6 DAS, com GDA de 3320,46 °C dia. Foram caracterizados quatro macro-estádios e sete micro-estádios fenológicos: 1 (10, 11, 12 e 13) 2 (24) 6 (60) e 8 (89) com a escala BBCH modificada. A partir de uma população estabelecida em campo, pode-se concluir que as plantas de corda-de-viola produzem em média 75 cimeiras/planta, 321 frutos/planta e 777 sementes/planta.

As sementes de *Ipomoea. grandifolia* podem ser mantidas em condições não controladas de temperatura e umidade em embalagem permeável por 60 dias com redução de aproximadamente 12 % na germinação. Possivelmente fluxos de emergência podem ocorrer em campo no município de Rio Largo-Alagoas, e coincide com as culturas que estão sendo implantadas no período de safra outono/inverno. A previsão do estágio fenológico recomendado para o controle da espécie, ocorre em 11 dias após a abertura das folhas cotiledonares com 197,32 graus-dia acumulados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANTONELLO, L. M.; MUNIZ, M. F. B.; BRAND, S. C.; RODRIGUES, J.; MENEZES, N. L.; KULCZYNSKI, S. M. Influência do tipo de embalagem na qualidade fisiológica de sementes de milho crioulo. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 31, nº 4, p.075-086, 2009.
2. AZANIA, A. A. P. M.; AZANIA, C. A. M.; GRAVENA, R.; PAVANI, M. C. M. D.; PITELLI, R. A. Interferência da palha de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) na emergência de espécies de plantas daninhas da família Convolvulaceae. **Planta Daninha**, v. 20, n. 2, p. 207-212, 2002.
3. AZANIA, A. A. P. M.; AZANIA, C. A. M.; PAVANI, M. C. M. D.; CUNHA, M. C. S. Métodos de superação de dormência em sementes de Ipomoea e Merremia. **Planta daninha**, v. 21, n. 2, 2003.
4. BAKER, H. The evolution of weeds. **Annual Review of Ecology System**, v.5, p.1-24, 1974.
5. BAKER, H. G. Some aspects of the natural hystory of seed banks. In: LECK, M.A.; PARKER, V. T.; SIMPSON, R. L. (Ed.). **Ecology of soil seed banks**. London: Academic Press, 1989. p. 5-19.
6. BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. San Diego: Academic Press, 2001. 666 p.
7. BATISTA, I. M. P.; FIGUEIREDO, A. F.; SILVA, A. M.; SILVA, T. A. F. Efeito de embalagens, ambientes e períodos de armazenamento na germinação e no vigor das sementes de cedro (*Cedrela odorata*) em Manaus - AM. **FLORESTA**, v. 41, n. 4, p. 809-818, 2011.
8. BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas (Noções básicas)**. Jaboticabal: FCAV-UNESP, 1988. 41p.
9. BENOIT, D. L.; DARKSEN, D. A.; PANNETON, B. Innovative approaches to seedbank studies. **Weed Science**, v. 40, p. 660-669, 1992.
10. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
11. CAMARGO, R.; CARVALHO, M. L. M. Armazenamento a vácuo de semente de milho doce. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.1, p.131- 139, 2008.
12. CARMONA, R. Banco de Sementes e estabelecimento de plantas daninhas em agroecossistemas. **Planta Daninha**, v.13, n.1, p.3-9, 1995.

13. CARNEIRO, J. G. A.; AGUIAR, I. B. Armazenamento de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Ed.). **Sementes florestais tropicais**, Brasília: ABRATES, 1993, p. 333-350.
14. CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5 ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590 p.
15. CHAUHAN, B. S.; ABUGHO, S. B. Threelobe morningglory (*Ipomoea triloba*) germination and response to herbicides. **Weed Science**, v. 60, p. 199-204, 2012.
16. CROWLEY, R. H.; BUCHANAN, G. A. Variations in seed production and the response to pests of morningglory (*Ipomoea* species and smallflower morningglory (*Jacquemontia tamnifolia*)). **Weed Science**, v. 30, n. 1, p. 187-190, 1982.
17. DUNAN, C. M.; ZIMDAHL, R. L. Competitive ability of wild oats (*Avena fatua*) and barley (*Hordeum vulgare*). **Weed Science**, v. 39, p. 558-63, 1991.
18. ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, E. H. An intermediate category of seed storage behavior I. coffee. **Journal of Experimental Botany**, v. 41, n. 9, p. 1167-1174, 1990.
19. FERNANDEZ-QUINTANILLA, C.; SAAVEDRA, M. S. Malas hierbas: conceptos generales. In: GARCIA TORRE, L.; FERNANDEZ-QUINTANILLA, C. (Ed.). **Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas**. Madrid: Mundi-Prensa, 1991. p. 26-48.
20. FERREIRA JUNIOR, R. A.; SOUZA, J. L. DE; ESCOBEDO, J. F.; TEODORO, I.; LYRA, G. B.; ARAÚJO NETO, R. A. DE. Cana-de-açúcar com irrigação por gotejamento em dois espaçamentos entrelinhas de plantio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 8, p. 798-804, 2014.
21. FLECK, N. G. et al. Controle de papuã (*Brachiaria plantaginea*) em soja em função da dose e da época de aplicação do herbicida clethodim. **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 375-383, 2008.
22. FORCELLA, F. Prediction of weed seedling densities from buried seed reserves. **Weed Research**. v. 32, n. 1, p. 129-38, 1992.
23. GASPARINO, D.; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M.; SOUZA, I. Quantificação do banco de sementes sob diferentes usos do Solo em área de domínio ciliar. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 8, n. 1, p. 45- 56, 2010.
24. GAZZIERO, D. L. P. MACIEL, C. D. G.; SOUZA, R. T.; VELINI, E. D.; PRETE, C. E. C.; OLIVEIRA NETO, W. Deposição de glyphosate aplicado para controle de plantas daninhas em soja transgênica. **Planta Daninha**, v. 24, n. 1, p. 173-181, 2006.
25. GILMORE, E. C.; ROGERS, R. S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. **Agronomy Journal**, v. 50, p. 611-615, 1958.

26. GOMES, L. F.; CHANDLER, J. M.; VAUGHAN, C. E. Aspects of germination, emergence, and seed production of three *Ipomoea* taxa. **Weed Science**, v. 26, n. 3, 1978.
27. GUEVARA, S. S.; GÓMEZ-POMPA, A. Seeds from surface soils in a tropical region of Veracruz, México. **Journal Arnold Arboretum**, v. 53, p. 312-335, 1972.
28. GUIMARÃES, S. C.; SOUZA, I. F.; PINHO, E. V. R. Viabilidade de sementes de erva-de-touro, sob diferentes condições de armazenamento. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 231-238, 2004.
29. HARRINGTON, J.F. **Seed storage and longevity**. In: KOZLOWSKI, T.T. Seed biology. New York Academic Press, 1972. v. 3, p. 145-245.
30. HESS, M.; BARRALIS, G.; BLEIHOLDER, H.; BUHRS, L.; EGGERS, T.H.; HACK, H.; STAUSS, R. Use of the extended BBCH scale – general for the descriptions of the growth stages of mono- and dicotyledonous weed species. **Weed Research**, v.37, p.433-441, 1997.
31. INMAN-BAMBER, N. G. Temperature and seasonal effects on canopy development and light interception of sugarcane. **Field Crop Research**, v. 36, p. 41-51, 1994.
32. KARSSSEN, C. M. **Seasonal patterns of dormancy in weed seeds**. New York: Elsevier Biomedical Press, 1982.
33. KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Bernardo do Campo: BASF, 1999. 978 p.
34. KNEZEVIC, S. Z.; EVANS, S. P.; BLANKENSHIP, E. E.; VAN ACKER, R. C.; LINDQUIST, J. L. Critical period for weed control: the concept and data analysis. **Weed Science**, v. 50, n. 6, p. 773-786, 2002.
35. KUVA, M. A.; PITELLI, R. A.; SALGADO, T. P.; ALVES, P. L. C. A. Fitossociologia da comunidade de plantas daninhas em agroecossistema cana-de-açúcar sem queima. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 501-511, 2007.
36. LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da OEA, 1983. 174p.
37. LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 608p.
38. MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.
39. MALUF, A. M.; PISCIOTTANO-EREIO, W. A. Secagem e armazenamento de sementes de cambuci. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v. 40, n. 7, p. 707-714, jul. 2005.
40. MARSHALL, A. H. Seasonal variation in the seed yield componentes of white clover (*Trifolium repens*). **Plant Varieties and Seeds**, v. 7, p. 97-105, 1994.

41. MARTINS, M.T.C.S.; PÔRTO, N.A.; BRUNO, R.L.A.; CANUTO, M.F.S. Superação da Dormência em Sementes de Maniçoba (*Euphorbiaceae*) sob Condições de Armazenamento. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 762-764, 2007.
42. MENEZES, E. G.; FRANKE, L.B.; DALL'AGNOL, M. Componentes do rendimento e produção de sementes de *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog. Em duas regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, p. 25-32, 2004.
43. MIKUSINSKI, O. M. Teste de embebição e germinação em sementes de *Ipomoea aristolochiaefolia*. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 9, n. 3, p. 103-108, 1987.
44. NEPOMUCENO, S. C.; ATHIÊ-SOUZA, S. M.; BURIL, M. T. Convolvulaceae da Microrregião do Alto Capibaribe, PE, Brasil. **Hoehnea**, v. 43, n. 3, p. 371-386, 2016.
45. PAULA, G. M. de; STRECK, N. A. Temperatura base para emissão de folhas e nós, filocrono e plastocrono das plantas daninhas papuã e corriola. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2008.
46. PEREIRA, A R; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Meteorologia agrícola**. Piracicaba: ESALQ, 2007. 192 p.
47. PITELLI, R.A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 4, n. 12, p. 1- 24, 1987.
48. RAMIRES, A. C.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R. S.; GUERRA, N.; ALONSO, D. G.; BIFFE, D. F. Controle de *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea grandifolia* com a utilização de glyphosate isolado ou em associação com latifolicidas. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 621-629, 2010.
49. RISSO, D. F.; CARÁMBULA, M. **Lotus El Rincón** – producción y utilización de los mejoramientos. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Uruguay, 1998. 34p.
50. RIZZARDI, M.A.; ROMAN, E.S.; BOROWSKI, D.Z.; MARCON, R.5. Interferência de populações de *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea ramosissima* isoladas ou em misturas sobre a cultura de soja. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.1, p.29-34, 2004.
51. ROBERTS, H. A. **Seed banks in the soil**. Cambridge: Academic Press, 1981. 55p. (Advances in Applied Biology, v. 6).
52. SANTOS-MOURA, S. da SILVA; GONÇALVES, E. P.; MELO, L. D. F. de A.; PAIVA, L. G.; SILVA, T. M. da. Morphology of fruits, diaspores, seeds, seedlings, and saplings of *Syagrus coronata* (Mart.) Becc.. **Bioscience Journal (Online)**, v. 32, p. 652-660, 2016.
53. SCHUAB, S. R. P. S.; BRACCINI, A. DE L.; FRANÇA NETO, J. DE B.; SCAPIM, C. A.; MESCHEDÉ, D. K. Potencial fisiológico de sementes de soja e sua relação com a emergência das plântulas em campo. **Acta Sci. Agron.**, v. 28, n. 4, p. 553-561, 2006.

54. SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: Editora UFV, 2013, 367 p.
55. SIMÃO-BIANCHINI, R.; FERREIRA, P. P. A.; PASTORE, M. 2014. **Convolvulaceae**. Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora>. Acesso em: 10 jan. 2018.
56. SIMPSON, R. L.; LECK, M. A.; PARKER, V. T. Seed banks: General concepts and methodological issues. In: LECK, M. A.; PARKER, V. T.; SIMPSON, R. L. (Ed.). **Ecology of soil seed banks**. London: Academic Press, 1989. p. 3-8.
57. SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**. 3ª ed. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, Nova Odessa. 2005.
58. SRIVASTAVA, R.; SINGH, K. P. Diversity in weed seed production and the soil seed bank: Contrasting responses between two agroecosystems. **Weed Biology and Management**, v. 14, p. 21–30, 2014.
59. THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, vol. VIII, n. 1).
60. VELINI, E. D.; MARTINS, D. 1998. Efeito da palha da cana-de-açúcar sobre a germinação das principais espécies de plantas daninhas desta cultura. FCA/UNESP, **Relatório Técnico**, Botucatu, 26 p.
61. VIANA, J. S.; LUCENA A, R. DE; BRUNO, A.; OLIVEIRA FILHO, J. O. T.; SILVA NETO, L. DE F.; SOUZA, C. Emergência e crescimento de plântulas de milho procedentes de sementes produzidas em sistemas de manejo de solo com e sem adubação mineral. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n. 3, p. 316-321, 2005.
62. VITORINO, H. dos S.; SILVA JUNIOR, A. C.; GONÇALVES, C. G.; MARTINS, D. Interferência de plantas daninhas na cultura da soja em função do espaçamento de semeadura. **Ciência Agronômica**, v. 48, n. 4, p. 605-613, 2017.
63. VIVIAN, R.; SILVA, A.A.; GIMENES, JR. M.; FAGAN, E. B.; RUIZ, S. T.; LABONIA, V. Dormência em sementes de plantas daninhas como mecanismo de sobrevivência – Breve revisão. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 695-706, 2008.
64. WILSON, D.E. Ecological observations on the tropical strand plants *Ipomoea pescaprae* (L.) R. Br. (Convolvulaceae) and *Canavalia maritima* (Aubl.) Thou (Fabaceae). **Brenesia**, v. 10/11, p. 31-42, 1977.
65. WILSON, H. P.; COLE, R. H. Morningglory competition in soybeans. **Weeds**, v. 14, p. 49-51, 1966.

4. FENOLOGIA, PRODUÇÃO E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Euphorbia heterophylla* L.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi compreender a dinâmica de desenvolvimento da *Euphorbia heterophylla* com base nos eventos fenológicos quantificados em graus-dia, na produção e na qualidade fisiológica, das sementes produzidas e armazenadas. O experimento de fenologia foi realizado no CECA/UFAL, Rio Largo, AL, conduzido em manilhas. Foram distribuídas 10 sementes/cova, a 1,5 cm de profundidade para obter uma população de 10 plantas/manilha, totalizando 50 plantas/espécie. A avaliação fenológica foi realizada para toda a população, diariamente até o micro-estádio 14 (4 folhas verdadeiras expandidas) e a partir desse momento a cada três dias. O início de cada macro e micro-estádio fenológico foi considerado como a data em que 50% + 1 das plantas apresentavam uma mesma característica de desenvolvimento caracterizados pela escala BBCH modificada. A produção de sementes/planta para o leiteiro foi estimada pelo número médio de frutos produzidos x número de sementes por fruto. Os dados obtidos dos micro-estádios, foram submetidos a análise de variância e regressão polinomial e os dados da produção de sementes à análise estatística descritiva. As sementes colhidas ao final do ciclo de produção da corda-de-viola, foram levadas ao Laboratório de Propagação, para debulha e beneficiamento e em seguida acondicionadas em embalagem de vidro e papel, em diferentes condições, em esquema fatorial 2 x 3 x 5 (embalagens, ambientes e períodos de armazenamento), com quatro repetições de 50 sementes cada. As variáveis analisadas foram: teor de água, germinação, primeira contagem, índice de velocidade de germinação (IVG) e massa seca de plântulas, e os dados submetidos a análise de variância e regressão polinomial. Transcorrido cada período de armazenamento, amostras de sementes foram retiradas para determinação do teor de água, utilizando duas amostras de 70 sementes (0,61g) em estufa a 105 ± 3°C, por 24 horas. Para o teste de germinação, foi utilizado 50 sementes/repetição, distribuídas em caixas transparentes com dimensões (11x11x3,5cm), utilizando como substrato duas folhas de papel toalha, umedecidas com água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco, incubadas em temperatura alternada de 20-30°C, com fotoperíodo de 12 horas. As avaliações foram realizadas diariamente do 2º ao 16º dia após a instalação do teste, computando-se como critério de plântulas normais, aquelas com raiz e parte aérea bem formadas. A primeira contagem foi realizada no 3º dia após a instalação do teste. A massa seca foi realizada em estufa a 65°C por 48 horas e expresso em g/plântula. O ciclo de desenvolvimento da *E. heretophylla* ocorreu em 90 DAS, com 1051,23 GDA e foram caracterizados quatro macro-estádios e seis micro-estádios fenológicos: 1 (10, 12 e 14) 2 (22) 5 (51) e 8 (89). A produção de sementes de *E. heretophylla* estimada foi 1321 sementes/planta, as quais mantêm o vigor até 240 dias em geladeira. No Laboratório, sem condições controladas de temperatura e umidade, ocorre a deterioração das sementes.

Palavras-chave: leiteiro, fenologia de plantas daninhas, germinação

ABSTRACT

Or, of course, I would like to understand the dynamics of the development of the *Euphorbia heterophylla* base, we have quantified phenological events of graus-day, the product and the physiological qualities, produced and refined seeds. Or experimental phenology experiment not CECA / UFAL, Rio Largo, AL, driven by manilhas. Distribution of 10 sements / cova, 1.5 cm deep for obter uma população of 10 plants / manilha, totaling 50 floors / spice. A avaliação fenológica foi made for all popular, daily or micro-estadio 14 (4 folhas verdadeiras expandidas) and from the same time every three days. Or injection of each macro and micro-estadio fenológico foi considered as data em that 50% + 1 give plants apresentavam uma mesma characteristic of unfolding characterized by the modified BBCH scale. A production of sements / plant for or leiteiro foi estimated hair, the number of fruits produced by the number of seeds per fruit. If given two micro-estádios, foram submeted to analysis of variância and regressão polinomial and given to the production of the statistical statistical descriptions. As stem cells, the final production cycle of the corda-de-viola, foram levadas and Laboratório de Propagação, for debulha and beneficiament and em continuously conditioning em embalagem from glass and paper, in different condições, em schema fatorial 2 x 3 x 5 (embalagens, environments and arsenal periods), com quatro repetições of 50 sements each. The variables analyzed were: water content, germination, first count, germination rate index (IVG) and dry mass of seedlings, and data submitted to analysis of variance and polynomial regression. After each storage period, seed samples were taken to determine the water content, using two samples of 70 seeds (0.61 g) in an oven at 105 ± 3 ° C for 24 hours. For the germination test, 50 seeds / replicate were used, distributed in transparent boxes with dimensions (11x11x3,5cm), using as a substrate two sheets of paper towel, moistened with distilled water equivalent to 2,5 times the weight of the dry substrate, incubated at alternating temperatures of 20-30°C, with photoperiod of 12 hours. The evaluations were performed daily from the 2nd to the 16th day after the installation of the test, computing as a criterion of normal seedlings, those with well-formed root and shoot. The first count was performed on the 3rd day after the test installation. The dry mass was carried out in a greenhouse at 65°C for 48 hours and expressed in g / seedling. The development cycle of *E. heretophylla* occurred in 90 DAS, with 1051,23 GDA and four macro-stages and six phenological micro-stages were characterized: 1 (10, 12 and 14) 2 (22) 5 (51) and 8 (89). The estimated *E. heretophylla* seed production was 1321 seeds / plant, which maintains vigor up to 240 days in the refrigerator. In the laboratory, without controlled conditions of temperature and humidity, the deterioration of the seeds occurs.

Keywords: wild poinsettia, weed phenology, germination.

4.1 INTRODUÇÃO

Em estudos fitossociológicos da flora infestante e de banco de sementes do solo de plantas daninhas no Brasil, *Euphorbia heterophylla*, é comumente encontrada em culturas anuais e perenes, dentre elas o milho, algodão, café, fumo, cana-de-açúcar, soja, sorgo, mamona, mandioca, feijão, arroz, pastagens, frutíferas e amendoim. No Brasil, atualmente, são encontradas 18 espécies de plantas daninhas com biótipos resistentes a herbicidas, no entanto, *E. heterophylla*, é uma das espécies que apresenta resistência ao maior número de mecanismos de ação herbicida (GAZZIERO et al., 1998; TREZZI et al., 2005; VIDAL et al., 2007; HEAP, 2009).

E. heterophylla é especialmente problemática em cultivos de soja, pela dificuldade de controle e perdas de rendimento de até 80% (KISSMANN, 1992; LORENZI, 2008). Na cultura da cana-de-açúcar, compõe a comunidade infestante nos sistemas de produção tanto cana crua como queimada (KUVA et al. 2007; OLIVEIRA; FREITAS, 2008) e recentemente foi considerada a espécie mais preponderante em área de cana crua (CONCENÇO et al., 2016). No Nordeste, especificamente no Estado de Alagoas, Ferreira et al. (2017) também mencionam que existem relatos da ocorrência desta espécie em área agrícola.

Em cultivos de cana-de-açúcar, no sistema cana crua, a *E. heterophylla*, tem comumente ultrapassado a barreira imposta pela palha resultante da colheita mecanizada, e pode vir a ser considerada como umas das espécies mais problemáticas, pela redução da competição interespecífica, de algumas espécies dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*, que têm apresentado populações reduzidas nesses ambientes (PITELLI; DURIGAN, 2001; MARTINS et al., 1999). Pela dificuldade de controle imposta pela deposição da palha, trabalhos têm sido desenvolvidos visando o controle químico (NEGRISOLI et al., 2007; AZANIA et al., 2009).

Para que o manejo integrado seja adotado de forma racional e com base em informações consistentes, faz-se necessário a caracterização do comportamento biológico nos locais de ocorrência da espécie, com relatos já descritos para biótipos suscetíveis e com resistência simples e múltipla à herbicidas (GAZZIERO et al., 1998; TREZZI et al., 2005; VIDAL et al., 2007), e em locais ou regiões onde essa espécie ainda é pouco estudada, mas com registros de ocorrência (FERREIRA et al., 2017), além do potencial de infestação em diversas culturas agrícolas no Brasil.

Os estudos básicos de biologia de plantas daninhas, utilizando como ferramenta a fenologia, pode prever o ciclo de desenvolvimento das espécies, marcar o momento da emergência, desenvolvimento de folhas e ramos, floração e maturação de frutos e sementes,

para que a junção dessas informações baseadas em estudos de biologia e ecologia forneçam subsídios para que as táticas de controle sejam adequadas às características da espécie.

O ciclo de vida das espécies em suas sucessivas fases de crescimento e desenvolvimento, são caracterizadas por escalas fenológicas numéricas, que contém informações sobre as mudanças morfológicas ao longo do ciclo de vida das espécies, como a escala BBCH modificada (HESS et al., 1997) para plantas daninhas e quantificados em graus-dia. Este por sua vez é considerado uma medida de tempo em plantas, e tem sido adotado por diversos autores em estudos de crescimento e desenvolvimento de plantas daninhas (CARVALHO et al, 2005; PAULA; STRECK, 2008; MACHADO et al., 2014).

Informações da produção e qualidade fisiológica de sementes são aspectos importantes para o controle de plantas daninhas. A quantidade de sementes produzidas, é um componente da produção final, bem como indica o número de sementes que é adicionado ao banco de sementes do solo a cada ciclo de produção, que tendem ser uniforme (RISSO; CARÁMBULA, 1998). O potencial de armazenamento no solo, ou seja, tempo que as sementes permanecerem viáveis, tem relação com as características das sementes e das condições do ambiente onde as sementes permanecerão armazenadas (DELOUCHE; BASKIN, 1973).

Tendo em vista o impacto econômico que causa às culturas e a falta de informações básicas de biologia de plantas daninhas, objetivou-se com este estudo, compreender a dinâmica de desenvolvimento de *Euphorbia heterophylla* com base no tempo térmico requerido para a previsão de ocorrência dos eventos fenológicos em graus-dia, a produção e a qualidade fisiológica, das sementes produzidas e armazenadas.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Condições experimentais

A pesquisa de campo foi realizada com a espécie *E. heterophylla*, em área experimental do Centro de Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), com coordenadas geodésicas (09° 28' 02" S, 35° 49' 43" W, 127 m) e no Laboratório de Propagação de Plantas, ambos localizados no município de Rio Largo - Alagoas. O clima da região é classificado segundo o método de Thorthwaite e Mather (1955) como úmido, megatérmico, com deficiência de água moderada no verão e grande excesso de água no inverno.

O experimento foi conduzido em “manilhas” (estrutura de concreto), com dimensões de 70 cm de diâmetro por 20 cm de altura, preenchidas com solo, com as características químicas

descritas na Tabela 5. A irrigação foi realizada quando necessário. A semeadura foi realizada em outubro de 2016, com distribuição de 10 sementes/cova na profundidade de 1,5 cm, para obter uma população de 10 plantas/manilha, totalizando 50 indivíduos. O desbaste foi realizado no momento em que 50% + 1 das plântulas/manilha atingiram o micro-estádio 10 (folhas cotiledonares totalmente expandidas).

Tabela 5. Análise química das amostras de solo da área do experimento.

P mg dm ⁻³	pH em água	Al ³⁺	K	Ca	Mg	H ⁺ +Al ³⁺	SB
		cmol _c /dm ³					
256	6,4	0,03	0,60	5,60	1,47	3,42	7,07

Fonte: Realizada pelo Laboratório de Solos, Água e Planta - UFAL/CECA – Rio Largo, AL.

4.2.2 Fenologia

4.2.2.1 Escala BBCH modificada

A avaliação fenológica da *E. heterophylla*, foi realizada para toda a população, diariamente até o micro-estádio 14 (4 folhas verdadeiras expandidas) e a partir desse momento a cada três dias. Nos estádios subsequentes, a codificação foi realizada quando um evento foi observado e aplicável à espécie. O início de cada macro e micro-estádio fenológico foi considerado quando 50% + 1 das plantas apresentaram uma mesma característica de desenvolvimento. A duração média do experimento foi de aproximadamente quatro meses (outubro 2016 – janeiro 2017).

A observação da fenologia dessa espécie foi baseada em um sistema de informações constituído por uma numeração decimal de dois dígitos que identifica cada macro e micro-estádio de desenvolvimento da planta, denominada de escala BBCH modificada, proposta por Hess et al. (1997).

4.2.2.2 Graus-dia (GD)

Os dados diários de temperatura do ar mínima e máxima, umidade do ar e a precipitação pluvial foram obtidos da estação automática do CECA/UFAL, situada a 100 m da área experimental.

A temperatura do ar foi utilizada para expressar a acumulação simples de graus-dia em cada fase fenológica, e expressa o tempo biológico de desenvolvimento de uma espécie, e auxiliada por escalas fenológicas na determinação do início das fases principais e secundárias ou entre as fases principais, dependendo do objetivo do estudo. Neste experimento, os graus-dia foram associados com o início de estádios fenológicos caracterizados com a utilização da escala BBCH modificada, ao longo do crescimento e desenvolvimento de *E. heterophylla*, quando o evento ocorreu em 50% + 1 indivíduos da população.

A temperatura a ser considerada nos cálculos de graus-dia, devem estar acima da temperatura-base inferior (Tb) e abaixo da temperatura-superior (TB). A temperatura do ar média em algumas regiões do Brasil, não chega a atingir níveis elevados, e nessas situações a temperatura-base superior (TB) deixa de ser considerada nos cálculos de graus-dia (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007).

Os graus-dia acumulados – GDA (°C dia) pela *E. heterophylla* foi calculado, adotando-se a temperatura base (Tb) = 14 °C (SCHONS et al., 2007), determinada para a mandioca (*Manihot esculenta* L. Crantz), que pertence à mesma família botânica. O tempo térmico ou graus-dia foi derivado da acumulação da diferença entre a temperatura média (Tm) e a temperatura-base inferior (Tb) para cada dia, a partir da data de plantio (INMAN-BAMBER, 1994). Os graus-dia acumulados (GDA) foi calculado pela seguinte equação: $GDA = \sum_{i=1}^n \left(\frac{T_x + T_n}{2} \right) - T_b$. Em que: Tx - temperatura do ar máxima diária (°C); Tn - temperatura do ar mínima diária (°C); n - o número de dias observados. E os cálculos foram realizados através de uma planilha no Microsoft Excel®.

A média mensal de temperatura do ar, umidade relativa e precipitação pluviométrica registradas durante o período do experimento (outubro/2016 - abril/2017) foram de 25,5°C, 68,3% e 25 mm. De acordo com Ferreira Júnior et al. (2014) as médias climatológicas anuais (1972-2010) temperatura do ar média, umidade relativa média e precipitação pluvial, são 1789,5 mm, 25,4 °C, 81,8%, respectivamente para Rio Largo, AL.

4.2.3 Produção de sementes

Ao final do experimento, as plantas de *E. heterophylla* foram cortadas rente ao solo, etiquetadas e acondicionadas em sacos de plástico, devidamente identificados e em seguida, levadas para o Laboratório de Propagação de Plantas. Para cada planta de *E. heterophylla* foram retirados e contados o número de ramos secundários no caule principal (NR), número total de

frutos em amadurecimento (NFEA), número total de frutos com sementes em dispersão (NFCSD), e número total de frutos com sementes já dispersas (NFSD) no final da frutificação.

Produção de frutos - estimada considerando-se o total de frutos produzidos nas manilhas. Inicialmente foi contabilizado o número de frutos produzidos por 10 plantas, que corresponde a uma manilha, em seguida foi obtido o número médio de frutos por planta, dado pelo somatório do número médio de frutos por manilha, e cada valor já corresponde a 10 plantas, dividido pelo número de manilhas (n=5). Para a determinação do total de frutos produzidos (TF) (frutos amadurecendo à frutos com sementes já dispersas), multiplicou-se o número de frutos em amadurecimento por planta (NFEA/P) pelo número de plantas em estudo (n=50) e assim sucessivamente, para os frutos com sementes em dispersão por planta (NFCSD/P) e frutos com sementes já dispersas por planta (NFSD/P).

Produção de sementes - obtida pelo número de frutos produzidos x número médio de sementes por fruto, adaptado de Castellani e Santos (2004). O número total de sementes produzidas nos frutos em amadurecimento (NSFEA), número de total de sementes produzidas nos frutos com sementes em dispersão (NSFCSD), número total de sementes produzidas nos frutos com sementes já dispersas (NSFSD) e número total de sementes produzidas nos frutos de *E. heterophylla*, foi obtido, adotando-se que cada fruto tem 1-3 sementes.

O peso de mil sementes (PMS) - determinado após a colheita, retirando uma amostra produzida pelos 50 indivíduos que compõe a população de *E. heterophylla*. O número de repetições e o cálculo para obtenção do peso de mil sementes, seguiu as recomendações das Regras para Análise de Sementes (RAS), com 8 amostras de 100 sementes e estimado pela fórmula proposta por Brasil (2009).

4.2.4 Qualidade fisiológica de sementes

As sementes colhidas ao final do experimento de campo, foram utilizadas para avaliar a qualidade fisiológica e a determinação do grau de umidade no momento da colheita, e posteriormente essas mesmas características foram avaliadas em sementes armazenadas em diferentes condições de temperatura e umidade.

Após o beneficiamento por meio de debulha manual, as sementes de *E. heterophylla* foram homogeneizadas e acondicionadas em embalagens, papel ou vidro, mantidas fechadas em geladeira ($8 \pm 2^\circ\text{C}$ e 50% UR), câmara seca ($23^\circ\text{C} \pm 4^\circ\text{C}$ e 68% UR) e laboratório (temperatura e umidade não controladas), por períodos de 0, 30, 60, 120 e 240 dias.

Transcorrido cada período de armazenamento, foram retiradas amostras de cada embalagem e local de armazenamento para avaliação dos seguintes parâmetros:

Teor de água – determinado, a cada período de armazenamento supracitados, utilizando duas subamostras de 70 sementes (0,60 g) para cada tratamento, sendo colocadas em estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$, por 24 horas, seguindo as recomendações de Brasil (2009).

Teste de germinação - conduzido em caixas plásticas transparentes, com dimensões de 11 x 11 x 3,5 cm (tipo gerbox) utilizando como substrato duas folhas de papel toalha umedecidas com água destilada o equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco. Em seguida as sementes incubadas na temperatura alternada de 20-30°C, com fotoperíodo de 12 horas. As caixas foram acondicionadas em sacos plásticos para evitar a perda de água por evaporação, e as avaliações foram realizadas diariamente, do 2º aos 16º (contagem final) dias após a instalação do teste, devido à estabilização da germinação, computando-se a quantidade de plântulas normais, ou seja, aquelas com raiz primária e parte aérea desenvolvidas adaptado de Brasil (2009).

Primeira contagem de germinação - efetuada em conjunto com o teste de germinação, contabilizando-se as plântulas normais no 3º dia após a semeadura e considerou-se como critério de plântulas normais aquelas com raiz e parte aérea bem formadas.

Índice de velocidade de germinação - determinado mediante contagens diárias do número de sementes germinadas, no mesmo horário, do 2º ao 16º dia após a instalação do teste, cujo índice foi calculado de acordo com a fórmula: $(IVG = \frac{E_1 + E_2 + \dots + E_n}{N_1 + N_2 + \dots + N_n})$, proposta por MAGUIRE (1962), em que IVG = índice velocidade de germinação, sendo E_1 , E_2 e E_n = número de plântulas normais germinadas a cada dia, N_1 , N_2 e N_n = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem.

Massa seca de plântulas - após a contagem final no teste de germinação, as plântulas normais de cada tratamento e repetição foram colocadas dentro de sacos de papel, mantidas em estufa com circulação de ar a 65°C até atingirem peso constante (48 horas) e, decorrido este período, as plântulas foram pesadas em balança com precisão de 0,001g e os resultados foram expressos em g plântula^{-1} .

4.2.5 Análise estatística

Os dados obtidos correspondentes as fenofases de *E. heterophylla* foram submetidos a análise de variância de regressão polinomial. Os dados obtidos das variáveis de crescimento

foram submetidos à análise estatística descritiva, utilizando o programa estatístico SISVAR, calculando-se a média, desvio padrão, variância, coeficiente de variância, valores de máximo e mínimo.

Na avaliação da qualidade fisiológica das sementes, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 2 x 3 x 5 (embalagens, local de armazenamento e períodos de armazenamento), com quatro repetições de 50 sementes cada. Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão polinomial, utilizando os modelos linear e quadrático.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Fenologia

O desenvolvimento foliar no caule principal iniciou quando as folhas cotiledonares apresentaram-se abertas ou expandidas, o que caracteriza o micro-estádio 10 (93,83 GDA) (Tabela 6 e Figura 8). A segunda folha verdadeira expandiu em 9 dias após a semeadura (DAS) (118,07 GDA), caracterizando o micro-estádio 12. Na sequência, a expansão da quarta folha ocorreu em 15 DAS (142,31 GDA) definindo o micro-estádio 14.

Tabela 6. Macro e micro-estádios fenológicos de *Euphorbia heterophylla* codificados pela escala BBCH modificada com sua respectiva caracterização, dias após a semeadura (DAS) e graus-dia acumulados (GDA) em um ciclo de produção da espécie, em Rio Largo, AL.

Macro-estádios (BBCH)	Micro-estádios (BBCH)	DAS	GDA
0 (Germinação)	-	-	-
1 (Desenvolvimento foliar no caule principal)	10 (Folhas cotiledonares abertas)	5	93,83
	12 (2ª folha verdadeira)	9	118,07
	14 (4ª folha verdadeira)	15	142,31
2 (Formação de ramos laterais)	22 (2 caules laterais visíveis)	17,8	239,26
5 (Emergência da inflorescência)	51 (Inflorescência visíveis)	22	590,71
8 (Maturação do fruto ou semente)	89 (Maturação completa)	90	1051,23

A sequência de desenvolvimento de folhas a partir da codificação 14 (4ª folha) no caule principal começa ocorrer juntamente com a formação de ramos secundários, e o

desenvolvimento foliar deixou de ser codificado, para ocorrer a caracterização da próxima fase ou macro-estádio 2 (desenvolvimento de ramos secundários no caule principal) como já mencionado anteriormente na Tabela 6. As plantas tinham em média dois ramos secundários, que definiu o micro-estádio 22 (239,26 GDA) (Tabela 6 e Figura 8). A codificação BBCH (15, 16, 17 e 18,) que corresponde ao desenvolvimento da quinta a oitava folha verdadeira, ocorreram aos 17, 19, 21 e 22 dias após a semeadura (DAS), com graus-dia estimados de 154,43, 166,54, 178,66 e 190,79 GDA, respectivamente, foram eventos que ocorreram juntamente com outras fases de desenvolvimento das plantas e sendo aqui descritos.

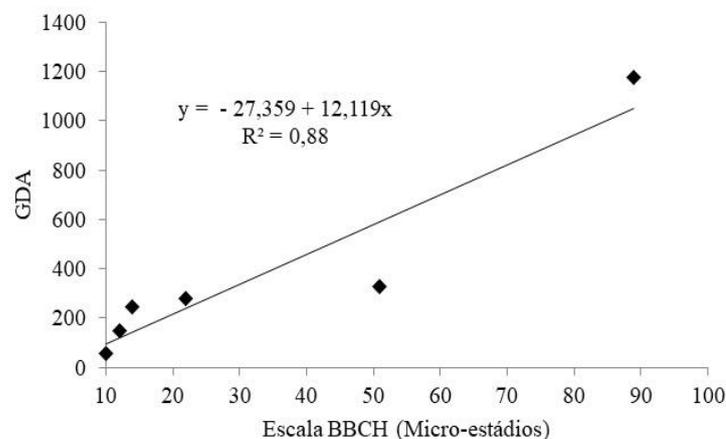


Figura 8. Relação entre GDA e os macro e micro-estádios fenológicos caracterizados pela escala BBCH modificada em um ciclo de produção da *Euphorbia heterophylla*, em Rio Largo, AL.

Aos 22 DAS ocorreu a emergência dos botões florais, marcando o início da fase reprodutiva com a definição do macro-estádio 5 (emergência da inflorescência) e do micro-estádio 51 (inflorescência ou botões florais visíveis) com (590,71 GDA) (Figura 8). Aos 90 DAS, com tempo térmico equivalente a 1051,23 GDA, foi finalizado o ciclo de produção de *E. heterophylla* com maturação de frutos e sementes (macro-estádio 8) e maturação completa de frutos e sementes (micro-estádio 89).

As fases fenológicas da *E. heterophylla*, foram estabelecidas a partir das relações quantitativas entre temperatura e desenvolvimento da planta, logo, o crescimento ocorreu em função das unidades térmicas requerida pela espécie, dentro de uma faixa de temperatura, entre as temperatura bases inferior, superior e ótimas de desenvolvimento, existindo uma relação linear entre desenvolvimento da planta e temperatura do ar (XUE et al., 2004). No entanto, quando uma espécie é semeada ou cultivada fora do período recomendado, pode ocorrer menor

frequência das temperaturas na faixa de resposta linear, sendo observado por diferenças no desenvolvimento em graus-dia acumulados, entre épocas de semeadura para uma mesma espécie.

A emergência de 50%+1, que equivale a 26 plântulas de *E. heterophylla*, ocorreu em 5 dias, que é um período relativamente semelhante quando comparado com o tempo necessário para emergência de culturas anuais, como a soja e o milho, com tempo médio de 5 a 7 dias após a semeadura (DAS), respectivamente (VIANA et al., 2005; SCHUAB et al., 2006). Isso pode indicar, que estas culturas e o leiteiro, possivelmente irão emergir no mesmo período, e a competição pode se estabelecer no desenvolvimento inicial das plantas cultivadas (soja e milho).

O controle de plantas de leiteiro, têm sido referenciado na literatura no macro-estádio 1 (desenvolvimento de folhas no caule principal) (AZANIA et al., 2009; RAMIRES et al., 2010). O período crítico de interferência competitiva dessa espécie, varia de 17 a 70 dias após a emergência para a maioria das culturas. A duração da competição tem relação com o desenvolvimento e crescimento inicial da cultura, altura e, capacidade de perfilhamento ou formação de ramos laterais no caule principal, se as plantas daninhas e a cultura têm emergências simultâneas ou somente após a emergência da cultura e a rapidez de desenvolvimento do dossel das espécies em concorrência (TANVEER et al., 2013).

O controle eficiente em plantas daninhas, mais especificamente o controle químico, depende do estágio de desenvolvimento da planta-alvo, pois as espécies possuem uma sensibilidade maior ou limitada à aplicação de herbicidas, ao longo das sucessivas fases de crescimento e desenvolvimento (FLECK et al., 2008).

O tempo em dias em que a *E. heterophylla*, levou para atingir as fases de desenvolvimento inicial com 2 e 4 folhas, foi 9 e 15 dias após a semeadura, respectivamente, nas condições do município de Rio Largo, AL. Ramires et al. (2010), estudando o desenvolvimento de folhas em plantas de *E. heterophylla* com o objetivo de controle, com semeio realizado no mês de dezembro/2007 em casa de vegetação no município de Maringá-PR (23°24'28'' S, 51°56'48'' W, e altitude de 572 m), verificaram um tempo de 15 dias após a semeadura para que as plantas atingissem a expansão de 1 a 3 folhas e 34 dias para apresentar desenvolvimento de 4 a 6 folhas no caule principal, mas ao mesmo tempo pode ser indicativo de que a espécie conclua um ciclo de vida mais rápido no local deste estudo.

As condições nas quais a *E. heterophylla* cresceu e se desenvolveu, Rio Largo-AL e Maringá-PR, dois períodos distintos para a emissão de folhas são observados, para uma mesma planta daninha, indicando que o tempo em dias é variável em condições climáticas diferentes,

e os resultados passam a ser restritos aos locais ou regiões onde foi desenvolvido o estudo. No entanto, quando o tempo requerido pela espécie é quantificado em graus-dia, como proposto neste trabalho, os resultados passam a ser quantificados de forma semelhante e podem ser comparados mesmo em regiões e locais diferentes, e ainda acrescido do tempo em dias do calendário civil, mas tendo como referência os graus-dia.

A ramificação no caule principal iniciou em aproximadamente 13 dias após a expansão das folhas cotiledonares (145,43 GDA; Figura 8), e difere dos resultados encontrados por Trezzi et al. (2009) em estudo de caracterização morfofisiológica e adaptabilidade ecológica, onde biótipos suscetíveis de *E. heterophylla*, só iniciaram a ramificação aos 63 dias após a emergência, e biótipos com resistência múltipla e simples, iniciaram a ramificação aos 35 dias após a emergência. A ramificação é considerada por Radosevich et al. (1997), como uma característica que confere plasticidade às plantas e, pode significar para este estudo uma ocupação maior do espaço por plantas de leiteiro, capacidade competitiva com espécies cultivadas e contribuir para a produção de sementes no final do ciclo.

O ciclo de vida da *E. heterophylla* neste estudo, foi considerado da semente até a observação de frutos com sementes em dispersão, concluído em aproximadamente 90 dias, considerando que a planta foi retirada antes da senescência total. Este resultado se aproxima dos encontrados por Ferreira et al. (2017), para esta mesma espécie, em que verificaram um ciclo de vida em 96 dias nas mesmas condições climáticas deste estudo, Rio Largo, AL.

No entanto, valores diferentes foram observados por Brighenti et al. (2001), quando avaliaram características de crescimento em um biótipo resistente de *E. heterophylla*, e um suscetível aos herbicidas inibidores da ALS (acetolactato sintase) no município de Londrina-PR, situado a 23° 23' de latitude sul e 51° 11' de longitude oeste, de outubro-abril, onde as plantas de leiteiro apresentaram um ciclo de vida em 182 dias.

4.3.2 Produção de sementes

Verificou-se que as plantas de *E. heterophylla* produziram em média 11,28 ramos no caule principal/planta, 174,2 frutos em amadurecimento (NFEA), 206 frutos com sementes em dispersão (NFCSD) e 60,2 frutos com sementes já dispersas (NFSD). Sento obtidos 10.300 frutos em amadurecimento, 8.710 frutos com sementes em dispersão e 3.010 frutos com sementes já dispersas, totalizando 22.020 frutos em toda a população (Tabela 7).

Tabela 7. Caracterização das ramificações pelo número de ramificação no caule principal (NR) e produção final pelo número total de frutos em amadurecimento (NFEA), número total de frutos com sementes em dispersão (NFCSD), e número total de frutos com sementes já dispersas (NFSD) de *E. heterophylla*, Rio Largo, AL.

Parâmetros Estatísticos	Variáveis			
	NR	NFEA/P	NFCSD/P	NFSD/P
Média	11,28	174,2	206	60,2
Variância	4,98	3853,2	992,6	1483,36
Desvio padrão	2,23	31,5	62,1	38,52
CV%	19,79	18,08	30,9	63,98

A capacidade de ramificação observada em plantas de *E. heterophylla*, pode determinar a produção de sementes no final do ciclo, que é importante para o banco de sementes, o qual garante a perpetuação da espécie e ao mesmo tempo aumenta a probabilidade de seleção nas próximas gerações. Vasconcelos et al. (2000), afirmam a existência de variabilidade genética entre biótipos de *E. heterophylla*, quanto ao formato do limbo e a ramificação das plantas, e verificaram que plantas com folhas estreitas apresentam ramificação densa e as que possuem folhas arredondadas ou lobadas tem ramificações normais ou ausentes.

As plantas de leiteiro neste estudo apresentaram ramificação bastante densa no caule principal, as folhas tinham diferentes formatos de limbo, mas em sua maioria ocorreu a presença de folhas estreitas, com filotaxia oposta, alterna e verticilada no ramo principal. Essas características são descritas para a espécie (VARGAS; BORÉM; SILVA, 1999).

O fruto a medida que amadurece, passa de uma coloração verde para o amarelo acinzentado, e ficam em posição vertical, que antes era decumbente, e ao atingir a maturação completa, ocorre uma deiscência explosiva e as sementes são lançadas a uma certa distância, perceptível em campo, pelo “som” decorrente da abertura do fruto, assim como fica visível a cicatriz do fruto liberado. A deiscência explosiva é descrita para a *E. heterophylla* por Barroso (1984).

As sementes produzidas corresponderam a 30.900 sementes nos frutos em amadurecimento (NSFEA), 26.130 sementes nos frutos com sementes em dispersão (NSFCSD), 9.030 sementes nos frutos com sementes já dispersas (NSFSD), totalizando 66.060 sementes de *E. heterophylla* durante um ciclo de produção da espécie. O peso de mil sementes, correspondeu a $8,51g \pm 0,01$, equivale a aproximadamente 117.491 sementes/kg.

O sucesso de uma espécie invasora é eventualmente determinado pela fase reprodutiva, para que a população seja mantida. A produção de sementes de plantas anuais é de importância considerável, especialmente, quando as sementes são o único meio de propagação da espécie,

para o local habitado. É o caso da *E. heterophylla*, que é referenciada na literatura como uma espécie que se propaga apenas por semente (GAZZIERO et al., 2015), e a perpetuação da espécie e deposição no banco de sementes, depende da ressemeadura a cada ciclo de vida. O ciclo de vida da espécie é curto, sendo possível duas a três gerações em um ano produzindo sementes em grande quantidade e com pouca dormência (KISSMANN; GROTH, 1992).

Normalmente as plantas daninhas anuais, regulam e mantêm uma produção de sementes relativamente constante, logo, a quantidade de sementes produzidas a cada ciclo de vida, tende a ser uniforme (RADOSEVICH et al., 1997). Portanto, espera-se que as características reprodutivas da *E. heterophylla*, verificadas pela produção de frutos e sementes, serem observadas nas próximas gerações, o que causaria multiplicação e infestação crescente.

4.3.3 Qualidade fisiológica de sementes

Segundo a análise de variância (Tabela 8), verificou-se que para os períodos, ambientes e embalagens testadas, houve efeito significativo dos fatores isolados, assim como da interação para todas as variáveis avaliadas exceto para o índice de velocidade de germinação. Já para a análise de regressão, constatou-se que todas as variáveis se ajustaram a pelo menos um modelo de regressão a 5 e 1 % de probabilidade pelo teste F.

O teor de água das sementes de *Euphorbia heterophylla*, mantidas em câmara seca, se manteve constante, apresentando comportamento semelhante nas duas embalagens (Figura 9A). Nesse ambiente, os dados obtidos não se ajustaram aos modelos de regressão polinomial apresentando valores médios de 10,19% para as sementes armazenadas em vidro e 10,36% na embalagem de papel.

Em geladeira, constatou-se que os dados obtidos se ajustaram ao modelo de regressão linear quadrático, com reduções no teor de água ao longo do período de armazenamento, sendo mais acentuado a partir dos 120 dias nas duas embalagens utilizadas (Figura 9B). Por outro lado, em laboratório, verificou-se maior variação no teor de água principalmente nas sementes acondicionadas na embalagem de papel, cujo efeito foi quadrático, porém o teor de água nessa embalagem manteve-se elevado em todos os períodos de armazenamento, já na embalagem de vidro, os dados não se ajustaram ao modelo de regressão polinomial, com valor médio de 11,04% (Figura 9C). Segundo Bessa et al., (2015) quando o armazenamento é realizado em embalagens permeáveis, as sementes alteram seu teor de água conforme as variações da umidade relativa do ar, por serem higroscópicas.

Tabela 8. Análise de variância para germinação (GER), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), massa seca (MS) de plântulas e teor de água (TA) das sementes de *Euphorbia heterophylla* submetidas ao armazenamento em diferentes ambientes e embalagens, durante 240 dias.

F.V	GL	Quadrados Médios				
		GER	PC	IVG	MS	TA
Per.	4	8620.000**	4047.450**	265.272**	0.000033**	13.545 **
Amb.	2	17465.400**	5274.633**	234.917**	0.000014**	83.014**
Emb.	1	433.200**	83.333 ^{ns}	11.565**	0.0000008**	0.065 ^{ns}
P x A	8	3486.200**	2900.925**	121.285**	0.000005**	11.029**
P x E	4	360.866**	381.416**	11.616**	0,0000007**	0.322 ^{ns}
A x E	2	244.300**	156.033 ^{ns}	6.171**	0.00000002 ^{ns}	0.141 ^{ns}
P x A x E	8	341.466**	371.991**	13.986**	0,0000006**	0.868 ^{ns}
A1 e E1						
Linear	1	9765.625**	4995.225**	311.572**	0.000003**	0.018 ^{ns}
Quadrática	1	3797.456**	7113.685**	154.916**	0.000031**	1.197 ^{ns}
A1 e E2						
Linear	1	585.225**	3.600 ^{ns}	11.732**	0.000001*	1.071 ^{ns}
Quadrática	1	734.652**	2026.406**	23.338**	0.000019**	0.084 ^{ns}
A2 e E1						
Linear	1	16.900 ^{ns}	129.600 ^{ns}	0.077 ^{ns}	0.000004**	11.460**
Quadrática	1	22.611 ^{ns}	267.116 ^{ns}	12.978**	0.000014**	10.759**
A2 e E2						
Linear	1	0.0000 ^{ns}	30.625 ^{ns}	0.647 ^{ns}	0.000004**	23.81**
Quadrática	1	20.327 ^{ns}	13.290 ^{ns}	1.352 ^{ns}	0.000011**	5.133**
A3 e E1						
Linear	1	25857.225**	11730.625**	738.612**	0.000017**	6.498**
Quadrática	1	5.486 ^{ns}	291.241*	20.487**	0.000006**	15.920**
A3 e E2						
Linear	1	22800.625**	9455.625**	650.538**	0.000013**	5.591 ^{ns}
Quadrática	1	534.729**	26.628 ^{ns}	0.003 ^{ns}	0.000014**	3.526 ^{ns}
Resíduo	90	38,597	17,222	1.774	0,00000005	
Res. (TA)	30					0.535583

*e ** Significativo a 5 e 1 %, respectivamente, pelo teste F; ^{ns} = não significativo a 5% pelo teste F. A1xE1= Câmara seca - papel; A1xE2= Câmara seca - vidro. A2xE1= Geladeira - papel; A2xE2= Geladeira - vidro. A3xE1= Laboratório - papel; A3xE2= Laboratório - vidro.

A variação no teor de água das sementes nos diferentes ambientes e embalagens pode influenciar de forma significativa na qualidade fisiológica das sementes armazenadas, contribuindo para a perda da viabilidade, uma vez que a água presente nas sementes armazenadas, em teores elevados, pode acelerar as reações metabólicas, culminando com a deterioração. Assim, o conhecimento do teor de água das sementes é essencial para se determinar as condições adequadas para o armazenamento, uma vez que o mesmo é função

direta da umidade relativa e esta é influenciada pela temperatura do ambiente e pelo tipo de embalagem (WARHM, 1996).

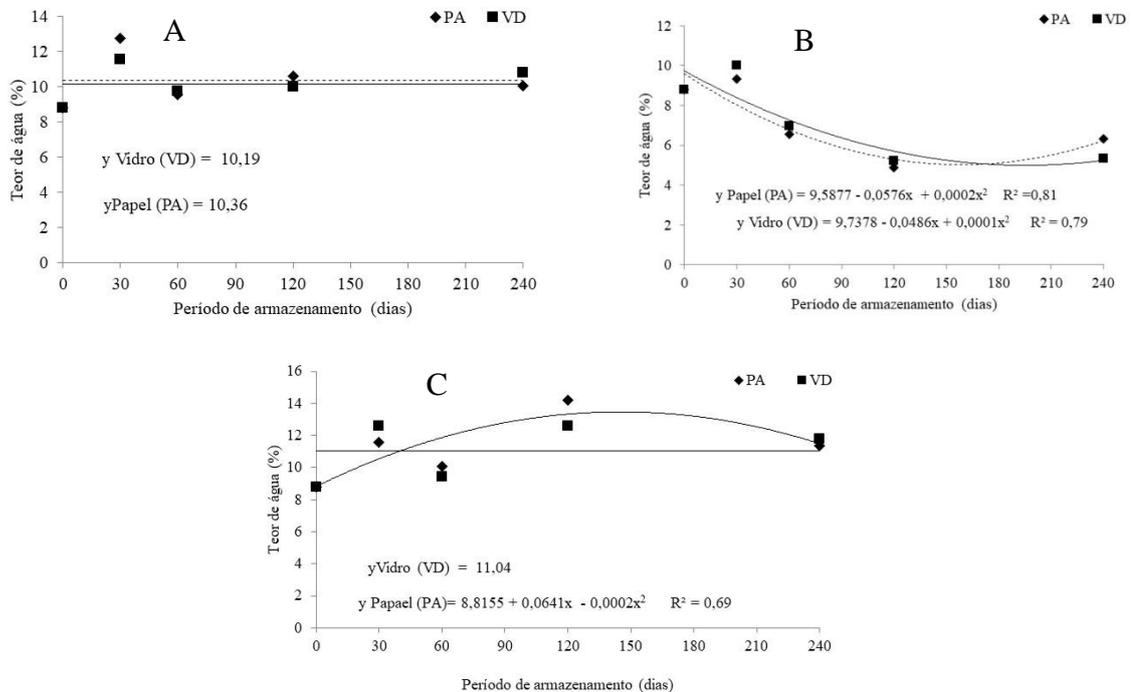


Figura 9. Teor de água das sementes de *Euphorbia heterophylla* armazenadas em câmara seca (A), geladeira (B) e laboratório (C), em papel ou vidro, durante 240 dias.

Em relação à porcentagem de germinação, verificou-se que quando as sementes foram armazenadas em câmara seca, os dados obtidos se ajustaram ao modelo de regressão polinomial quadrática e as sementes mantiveram sua germinação elevada até os 120 dias, em ambas as embalagens, porém a partir desse período, houve reduções significativas, as quais foram mais acentuadas naquelas armazenadas em papel, cuja germinação reduziu para valores próximos de 20% (Figura 10A).

Para a germinação das sementes armazenadas em geladeira, os dados obtidos não se ajustaram ao modelo de regressão polinomial com valores médios de 90 e 90,6 % em vidro e papel, respectivamente (Figura 10B), já as sementes armazenadas em laboratório reduziram sua viabilidade drasticamente a partir dos 120 dias, atingindo valores nulos aos 240 dias de armazenamento, em ambas as embalagens (Figura 10C).

É notório que o comportamento germinativo das sementes de *E. heterophylla*, variou conforme o ambiente de armazenamento e que os resultados apresentados neste trabalho sugerem que a longevidade das sementes, definida como o período em que a semente se mantém

viva se colocada em condições ideais de armazenamento, pode superar o período de 240 dias. O armazenamento destas sementes no banco de sementes do solo, irá sofrer a influência constante da temperatura e umidade do ambiente, e o comportamento das sementes observados em laboratório possivelmente pode ser reproduzido em campo, com perda de viabilidade expressiva a partir dos 120 dias, que correspondeu ao mês de junho e julho/2017, com umidade relativa próximo aos 90% nas condições de Rio Largo, AL (FERREIRA JUNIOR et al., 2014). Além de outros fatores do ambiente que podem contribuir para a redução das sementes desta espécie no banco, e ação de predadores, e microrganismos presentes na microbiota do solo.

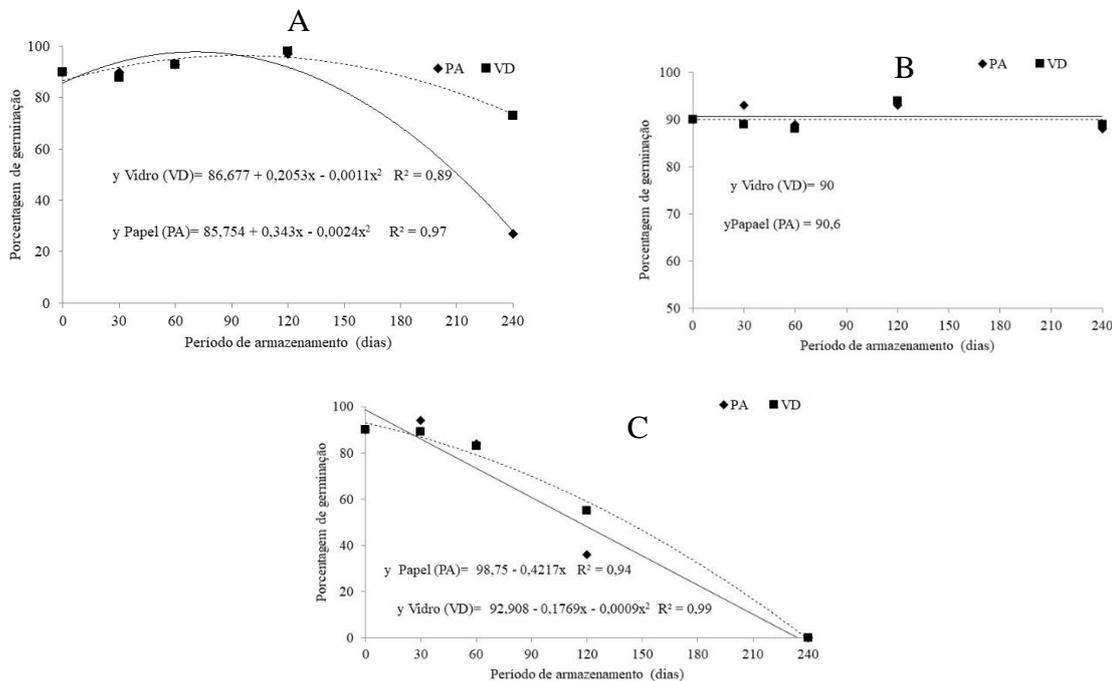


Figura 10. Germinação de sementes de *Euphorbia heterophylla* armazenadas em câmara fria (A), geladeira (B) e laboratório (C), em papel ou vidro, durante 240 dias.

O ambiente de armazenamento é um fator importante na conservação das sementes, porém dependendo das condições de temperatura e umidade do ambiente, o tempo de vida das sementes pode ser reduzido. No presente trabalho, verificou-se que o ambiente foi o fator que mais influenciou na redução da viabilidade das sementes, pois as sementes armazenadas em laboratório perderam sua viabilidade aos 240 dias.

A rapidez de deterioração das sementes de algumas espécies e o período em que a viabilidade pode ser mantida, varia de algumas semanas a poucos meses, por isso as pesquisas sobre armazenamento de sementes assumem caráter de extrema importância (CARNEIRO; AGUIAR, 1993). Uma vez que, o principal objetivo do armazenamento de sementes é reduzir

a velocidade de deterioração, visto que a melhoria da qualidade não é possível, mesmo em condições ideais (VILLELA; PEREZ, 2004), ou estimar o tempo máximo que as sementes podem se manter viáveis. Em plantas daninhas, é de grande relevância os estudos de armazenamento em diferentes condições de temperatura e umidade, para compreender em quais condições, as sementes de diferentes espécies daninhas, incluindo a *E. heterophylla*, podem sobreviver e por quanto tempo, visando o manejo de plantas daninhas nas culturas agrícolas.

Comparando-se os locais de armazenamento, evidenciou-se que geladeira foi o que mais conservou a qualidade das sementes, independente da embalagem utilizada. Por outro lado, o armazenamento em laboratório, foi o que mais contribuiu para a rápida deterioração das sementes (Figura 10B e C). A redução da viabilidade das sementes armazenadas pode estar relacionado com a variação que ocorreu no teor de água das mesmas nesses dois ambientes (Figura 9B e C) e as temperaturas na geladeira e no laboratório, tendo em vista que o teor de água das sementes no ambiente de geladeira reduziu ao longo do armazenamento, ao passo que no ambiente de laboratório manteve-se elevado durante todo o período, uma vez que depende das condições de temperatura e umidade registradas nas condições do local de estudo.

Neste sentido, Fowler (2000) afirma que para as sementes ortodoxas, o teor de água é um dos fatores mais importantes na manutenção da viabilidade ao longo do tempo, uma vez que, redução no teor de água das sementes causa diminuição da sua atividade metabólica, o que prolonga a sua viabilidade. Para Martins e Lago (2008), a umidade e a temperatura têm grande influência na conservação da semente, porque influenciam nas reações bioquímicas que regulam o seu metabolismo, contudo esses fatores também são determinados pela embalagem e condição de armazenamento.

A viabilidade das sementes de *Euphorbia heterophylla*, pode ser conservada por longos períodos, dependendo das condições de armazenamento em que ela se encontra, pois o estudo realizado por Aarestrup et al. (2008) com sementes de *E. heterophylla*, armazenadas por 14 meses, demonstrou que mesmo após esse período, as sementes permanecem com a viabilidade elevada (72%) e que grande parte destas sementes apresentaram dormência. Entretanto, Marcos Filho (2015) afirma que a viabilidade das sementes não está na dependência apenas da permeabilidade da embalagem e dos ambientes de armazenamento, mas também da associação de eventos genéticos e bioquímicos relacionados aos processos vitais da semente de cada espécie.

Estudando a viabilidade das sementes de *Tridax procumbens* L., em diferentes ambientes, Guimarães et al. (2004) verificaram que quando armazenadas em câmara fria e em congelador, as sementes mantiveram a viabilidade durante todo o período experimental,

sugerindo que essas condições seriam suficientes para a conservação dessas sementes por no mínimo dois anos, porém quando sujeitas às variações de temperatura ambiente e umidade relativa do ar, como as ocorridas no armazém, as sementes sofreram grande redução de viabilidade no período de um ano.

No estudo de Martins et al. (2007) com sementes de três espécies de Euphorbiaceae (*Manihot glaziovii*, *Manihot pseudoglaziovii* e *Manihot piauhyensis*) armazenadas com e sem tratamento para superação da dormência, foi constatado que as sementes de *Manihot glaziovii* submetidas à escarificação e acondicionadas na embalagem de papel, apresentaram maior porcentagem de emergência de plântulas (46%) aos 150 dias de armazenamento, porém para as sementes que não foram submetidas ao tratamento para superação da dormência, constatou-se uma emergência baixa ao longo do armazenamento nas duas embalagens utilizadas (papel e plástico).

O vigor das sementes de *E. heterophylla*, aferido pela primeira contagem de germinação (Figura 11), apresentou comportamento semelhante ao verificado para a porcentagem de germinação nos diferentes ambientes e embalagens. Em câmara seca, constatou-se que as sementes apresentaram vigor elevado até os 120 dias de armazenamento, o qual reduziu após esse período, nas duas embalagens, no entanto a redução foi mais acentuada nas sementes armazenadas em embalagem de papel (Figura 11A).

Em geladeira não houve redução do vigor nas diferentes embalagens, cujos valores médios de primeira contagem de germinação foram de 52,8% para papel e 50,6% em vidro (Figura 13B). Por outro lado, as sementes armazenadas em laboratório, independente da embalagem, apresentaram redução linear do vigor, do tempo 0 até os 240 dias de armazenamento, quando atingiram valores nulos de primeira contagem de germinação (Figura 11C).

A qualidade fisiológica da semente geralmente é avaliada pelo teste padrão de germinação que é conduzido em condições ótimas de ambiente para que as sementes expressem o potencial máximo de germinação, todavia apresenta limitações quanto à sensibilidade para diferenciar a qualidade das sementes, sendo necessário também, os testes de vigor (BESSA et al., 2015). Os testes de vigor são usados para avaliar a integridade do sistema das membranas celulares, estimulando assim o vigor das sementes, permitindo que a deterioração seja constatada em sua fase inicial, porém a deterioração das sementes é um processo que se inicia a partir da maturidade fisiológica, em ritmo progressivo, reduzindo a qualidade e culminando com a morte da semente (MARCO FILHO, 2015).

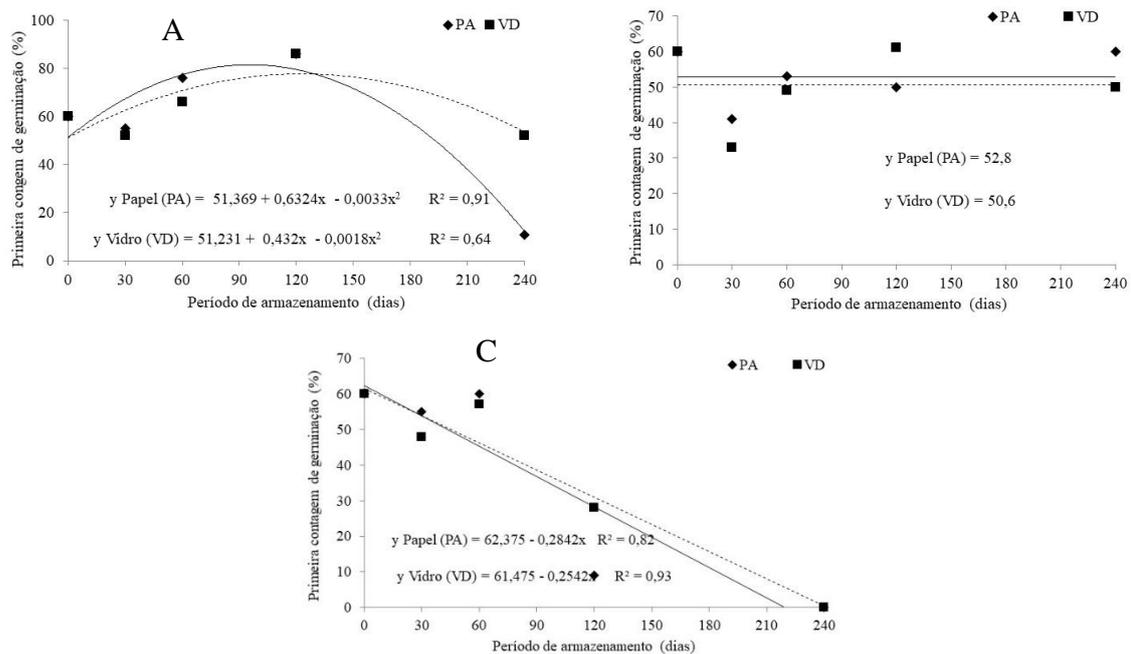


Figura 11. Primeira contagem de germinação de sementes de *Euphorbia heterophylla* armazenadas em câmara fria (A), geladeira (B) e laboratório (C), em papel ou vidro, durante 240 dias.

O índice de velocidade de germinação das sementes de *E. heterophylla*, submetidas ao armazenamento em diferentes locais e embalagens encontra-se na Figura 12, pela qual constatou-se que a velocidade de germinação das sementes manteve-se constante (14,73) quando foram acondicionadas na embalagem de vidro, pois os dados não se ajustaram ao modelo de regressão polinomial, por outro lado quando as sementes foram acondicionadas na embalagem de papel nesse mesmo ambiente, verificou-se efeito quadrático com reduções no vigor a partir de 120 dias de armazenamento (Figura 12A).

Quando o armazenamento das sementes foi realizado em geladeira, os dados obtidos não se justaram ao modelo de regressão polinomial, cujos valores médios foram de 13,9 nas duas embalagens utilizadas, neste ambiente tanto a germinação (Figura 10B) como o vigor apresentaram o mesmo comportamento ao longo dos 240 dias de armazenamento. Já para as sementes armazenadas em laboratório, independente da embalagem utilizada, verificou-se queda linear no vigor desde o tempo 0 até os 240 dias e valores nulos aos 240 dias (Figura 12C).

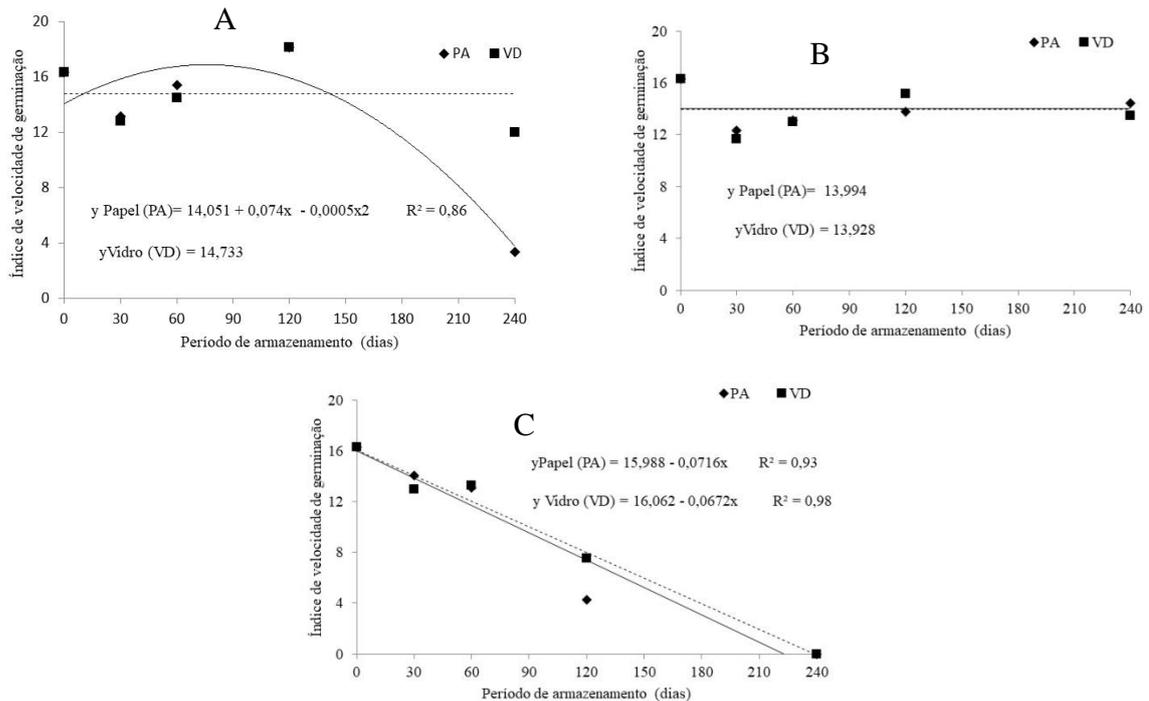


Figura 12. Índice de velocidade de germinação de sementes de *Euphorbia heterophylla* armazenadas em câmara fria (A), geladeira (B) e laboratório (C), em papel ou vidro, durante 240 dias.

No laboratório, as condições de temperatura e umidade não são controladas e as sementes armazenadas em embalagem permeável ficam em constante troca com o meio, essa troca pode ter contribuído para a redução do vigor das sementes. Os resultados obtidos no presente trabalho diferem daqueles analisados por Bessa et al. (2015), pois em sua pesquisa concluíram que o ambiente natural preservou o vigor das sementes de *Crambe abyssinica* Hochst até os seis meses de armazenamento e promoveu superação da dormência primária logo no terceiro mês de armazenamento.

O índice de velocidade da germinação das sementes de *Emilia coccinea* (Sims) G. Don, aumentou com o envelhecimento das sementes até os nove meses de armazenamento, mostrando que sementes desta espécie podem permanecer no banco do solo por um período aproximado de nove meses sem haver decréscimo algum na sua viabilidade ou potencial para infestação (LESSA et al., 2013).

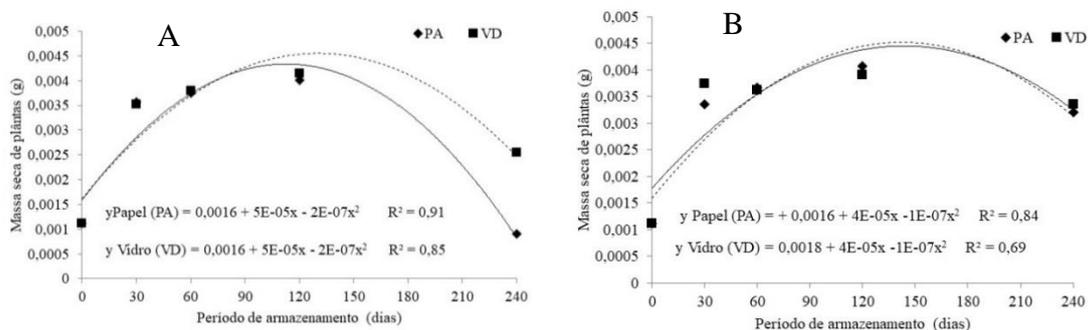
Estudando a viabilidade e o vigor das sementes de *Tridax procumbens* armazenadas em diferentes ambientes, Guimarães et al. (2004) verificaram que as sementes armazenadas no solo, o índice de velocidade de germinação foi superior àqueles observados nas sementes nos demais ambientes de armazenamento até os 440 dias, acrescentando que a rápida germinação

de todas as sementes viáveis durante o teste indica que não houve indução de dormência secundária durante o armazenamento.

A massa seca de plântulas originadas de sementes armazenadas em diferentes ambientes e embalagens encontra-se na Figura 13. Nos três locais de armazenamento, verificou-se que os dados obtidos da massa seca de plântulas se ajustaram ao modelo de regressão polinomial com efeito quadrático em todas as embalagens utilizadas com maior conteúdo de massa em 120 dias de armazenamento, reduzindo após esse período. Contudo, quando as sementes foram armazenadas em geladeira originaram plântulas mais vigorosas em todo período de armazenamento (Figura 13B), por outro lado as plântulas oriundas de sementes armazenadas no ambiente de laboratório, independente da embalagem, demonstraram comportamento já verificado nas demais variáveis avaliadas neste mesmo ambiente, ou seja, não mantiveram sua viabilidade até os 240 dias de armazenamento (Figura 13C).

O vigor das sementes foi reduzido com o aumento dos períodos de armazenamento constatando-se que os testes de vigor foram sensíveis em detectar alterações degenerativas nas sementes, não detectadas pelo teste de germinação, contudo o vigor das sementes foi mais afetado quando armazenadas em câmara seca e laboratório independente da embalagem utilizada.

A determinação da massa seca é uma forma de avaliar o crescimento das plântulas, em que se consegue determinar, com precisão, a transferência de reservas da semente para o eixo embrionário, de forma que as amostras com maior massa seca são consideradas de maior vigor (NAKAGAWA, 1999).



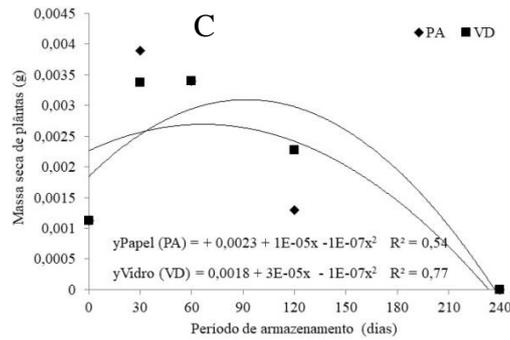


Figura 13. Massa seca de plântulas oriundas de sementes de *Euphorbia heterophylla* armazenadas em câmara fria (A), geladeira (B) e laboratório (C), em papel ou vidro, durante 240 dias.

4.4 CONCLUSÕES

O ciclo de desenvolvimento da *Euphorbia heretophylla* ocorre em aproximadamente 90 DAS, com GDA de 1.051,23 °C dia. Foram caracterizados quatro macro-estádios e seis micro-estádios fenológicos: 1 (10, 12 e 14) 2 (22) 5 (51) e 8 (89) com a escala BBCH modificada.

A partir de uma população estabelecida em campo, houve uma produção média de 440 frutos/planta e 1321 sementes/planta, nas condições de Rio Largo, Alagoas. A germinação e o vigor das sementes de *Euphorbia heterophylla*, são mantidos até 240 dias quando são armazenadas em ambiente de geladeira. Em laboratório, independente da embalagem de acondicionamento das sementes, contribui para uma deterioração mais rápida da semente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AARESTRUP, J. R.; KARAM, D.; CORRÊA, E. J. A.; FERNANDES, G. W. Análise da viabilidade de sementes de *Euphorbia heterophylla*. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 515-519, 2008.
2. AZANIA, C. A. M.; AZANIA, A. A. P. M.; PIZZO, I. V.; SCHIAVETTO, A. R.; ZERA, F. S.; MARCARI, M. A.; SANTOS, J. L. Manejo químico de Convolvulaceae e Euphorbiaceae em cana-de-açúcar em período de estiagem. **Planta Daninha**, v. 27, n. 4, p. 841-848, 2009.
3. BARROSO, G. M. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1984. v.2, 377p.
4. BATISTA, I. M.; FIGUEIREDO, A. F.; SILVA, A. M.; SILVA, T. A. Efeito de embalagens, ambientes e períodos de armazenamento na germinação e no vigor das

- sementes de cedro (*Cedrela odorata*) em Manaus - AM. **Floresta**, v. 41, n. 4, p. 809 - 818, 2011.
5. BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas** (Noções básicas). Jaboticabal: FCAV-UNESP, 1988. 41p.
 6. BESSA, J. F. V.; DONADON, J. R. D.; RESENDE, O.; ALVES, R. M. V.; SALES, J. F.; COSTA, L. M. Armazenamento do crambe em diferentes embalagens e ambientes: Parte I - Qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 224–230, 2015.
 7. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
 8. BRIDGES, D. C.; BRECKE, B. J.; BARBOUR, J. C. Wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla*) interference with peanut (*Arachis hypogaea*). **Weed Science**, v. 40, n. 1, p. 37-42, 1992.
 9. BRIGHENTI, A. M. GAZZIERO, D. L. P.; VOLL, E.; ADEGAS, F. S.; VAL, W. M. C. Análise do crescimento de biótipos de amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) resistente e suscetível aos herbicidas inibidores da ALS. **Planta Daninha**, v. 19, n. 1, p. 51-59, 2001.
 10. CARMONA, R. Problemática e manejo de bancos de sementes de invasoras em solos agrícolas. **Planta Daninha**, v. 10, n. 1/2, p. 5-16, 1992.
 11. CARNEIRO, J. G. A.; AGUIAR, I. B. Armazenamento de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Ed.). **Sementes florestais tropicais**, Brasília: ABRATES, 1993, p. 333-350.
 12. CARVALHO, S. J. P.; PEREIRA SILVA, R. F.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Crescimento, desenvolvimento e produção de sementes da planta daninha capim-branco (*Chloris polydactyla*). **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 23, n. 4, p. 603-609, 2005.
 13. CASTELLANI, T. T.; SANTOS, F. A. M. DOS. Abundância de ramos reprodutivos e produção de sementes em populações de *Ipomoea pes-caprae* (L.) R. Br. na Ilha de Santa Catarina, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, v. 19, n. 2, p. 251-264, 2005.
 14. CHRISTOFFOLETTI, P. J. Análise comparativa do crescimento de biótipos de picão preto (*Bidens pilosa*) resistente e suscetível aos herbicidas inibidores da ALS. **Planta Daninha**, Viçosa, v.19, n.1, pp.75-83, 2001.
 15. CONCENÇO, G.; LEME FILHO, J. R. A.; SILVA, C. J.; MARQUES, R. F.; SILVA, L. B. X.; CORREIA, I. V. T. Ocorrência de plantas daninhas em cana de açúcar em função de variedade e manejo do palhico, **Planta Daninha**, v. 34, n. 2, p. 219-228, 2016.

16. FERREIRA JUNIOR, R. A.; SOUZA, J. L. DE; ESCOBEDO, J. F.; TEODORO, I.; LYRA, G. B.; ARAÚJO NETO, R. A. DE. Cana-de-açúcar com irrigação por gotejamento em dois espaçamentos entrelinhas de plantio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 8, p. 798–804, 2014.
17. FERREIRA, D. T. da R. G.; SILVA, V. M. da, SILVA, I. C. da; ARAUJO NETO, J. C. de, SOUZA, R. C. de; FERREIRA, V. M. Germinação de três Euphorbiaceae influenciada pela luz e níveis de palhada. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 11, n. 3, p. 215-222, 2017.
18. FLECK, N. G; LAZAROTO, C. A.; SCHAEGLER, C. E.; FERREIRA, F. B. Controle de papuã (*Brachiaria plantaginea*) em soja em função da dose e da época de aplicação do herbicida clethodim. **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 375-383, 2008.
19. FOWLER, J. A. P. Superação de dormência e armazenamento de sementes de espécies florestais. In: GALVÃO, A. P. M. (Org.) **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Colombo: Embrapa Florestas, 2000. p. 77-99.
20. GAZZIERO, D. L. P.; BRIGHENTI, A. M.; LOLLATO, R. P.; PITELLI, R. A.; VOLL, E.; OLIVEIRA, E.; MORIYAMA, R. T. **Manual de identificação de plantas daninhas da cultura da soja**. 2 ed, Londrina – PR, Embrapa Soja. 2015. p. 126.
21. GAZZIERO, D. L. P.; BRIGHENTI, A. M.; MACIEL, C. D. G.; CHRISTOFOLLETTI, P. J.; ADEGAS, F. S.; VOLL, E. Resistência de amendoim-bravo aos herbicidas inibidores da ALS. **Planta Daninha**, v. 16, n. 2, p. 117-125, 1998.
22. GHERSA, C. M.; HOLT, J. S. Using phenology prediction in weed management: a review. **Weed Research**, v. 35, p. 461-470, 1995.
23. GILL, G. S.; CONSENS, R. D.; ALLAN, M. R. Germination, growth, and development of herbicide resistant and susceptible populations of rigid ryegrass (*Lolium rigidum*). **Weed Science**, v. 44, p. 252-256, 1996.
24. GOMES, P.S.C.F.; FRANKE, L.B; LOPES, R.R. Florescimento e produção de sementes de *Lotus subbiflorus* Lag. cv. El Rincón. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.964-971, 2011.
25. GUIMARÃES, S. C.; SOUZA, I. F.; PINHO, E. V. R. V. Viabilidade de sementes de erva-de-touro, sob diferentes condições de armazenamento. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 231-238, 2004.
26. HEAP, I. **International survey of resistant weeds**. Disponível em: <<http://www.weedsciencie.org/in.asp>>. Acesso em: 15 janeiro de 2017.
27. HESS, M.; BARRALIS, G.; BLEIHOLDER, H.; BUHRS, L.; EGGERS, T.H.; HACK, H.; STAUSS, R. Use of the extendend BBCH scale – general for the descriptions of the growth stages of mono- and dicotyledonous weed species. **Weed Research**, v.37, p. 433-441, 1997.

28. INMAN-BAMBER, N. G. Temperature and seasonal effects on canopy development and light interception of sugarcane. **Field Crop Research**, v. 36, p. 41-51, 1994.
29. KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF Brasileira, 1992. 792 p.
30. KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: Basf Brasileira, 1992. v.2, 798 p.
31. KNEZEVIC, S. Z.; EVANS, S. P.; BLANKENSHIP, E. E.; VAN ACKER, R. C.; LINDQUIST, J. L. Critical period for weed control: the concept and data analysis. **Weed Science**, v.50, n.6, p. 73-786, 2002.
32. KUVA, M. A.; PITELLI, R. A.; SALGADO, T.P.; ALVES, P. L. C. A. Fitossociologia de comunidades de plantas daninhas em agroecossistema Cana-Crua. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 501-511, 2007.
33. LACERDA, A. L. S. **Banco de sementes de plantas daninhas**. 2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_1/plantas_daninhas/index.htm>. Acesso em: 20/5/2018.
34. LESSA, B. F. T.; FERREIRA, V. M.; ARAÚJO NETO, J. C.; SOUZA, R. C. Germinação de sementes de *Emilia coccinea* (Sims) G. DON em função da luminosidade, temperatura, armazenamento e profundidade de semeadura. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 3193-3204, 2013.
35. LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**. 4.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 650 p.
36. LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 608p.
37. MACHADO, E. C. R.; LIMA, R. S. O.; SILVA, A. P. P.; MARQUES, B. S.; GONÇALVES, M. F.; CARVALHO, S. J. P. Crescimento e desenvolvimento inicial do capim-carrapicho com base em unidades térmicas. **Planta Daninha**, v. 32, n. 2, p. 335-343, 2014.
38. MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
39. MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. ABRATES: Londrina, 2015. 659p.
40. MARTINS, D.; VELINI, E. D.; MARTINS, C. C.; SOUZA, L. S. DE. Emergência em campo de dicotiledôneas infestantes em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 17, n. 1, 1999.

41. MARTINS, L.; LAGO, A. A. Conservação de semente de *Cedrela fissilis*: teor de água da semente e temperatura do ambiente. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p. 161-167, 2008.
42. MARTINS, M. T. C. S.; PÔRTO, N. A.; BRUNO, R. L. A.; CANUTO, M. F. S. Superação da Dormência em Sementes de Maniçoba (Euphorbiaceae) sob condições de Armazenamento. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 2, p. 762-764, 2007.
43. NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das p ratelântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 2-21.
44. NEGRISOLI, E.; ROSSI, C. V. S.; VELINI, E. D.; CAVENAGHI, A. L.; COSTA, E. A. D.; TOLEDO, R. E. B. Controle de plantas daninhas pelo amicarbazone aplicado na presença de palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 603-611, 2007.
45. OLIVEIRA, A. R.; FREITAS, S. P. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 33-46, 2008.
46. OLIVERIA, R. B.; GIMENEZ, V. M. M.; GODOY, S. A. P. Intoxicações com Espécies da Família Euphorbiaceae. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 1, p. 69-71, 2007.
47. PAULA, G. M. de; STRECK, N. A. Temperatura base para emissão de folhas e nós, filocrono e plastocrono das plantas daninhas papuã e corriola. **Ciência Rural**, v. 38, n. 9, p. 2457-2463, 2008.
48. PEREIRA, A R; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Meteorologia agrícola**. Piracicaba: ESALQ, 2007. 192 p.
49. PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Ecologia das plantas daninhas no sistema plantio direto. In: ROSSELLO, R. D. **Siembra directa en el cono sur**. Montevideo: PROCISUR, 2001. p.203-210.
50. PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Terminologia para períodos de controle e de convivência de plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15., 1984, Belo Horizonte. **Resumos...**Piracicaba: SBHEB,1984. p. 37.
51. PITELLI, R. A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 4, n. 12, p. 1- 24, 1987.
52. RADOSEVICH, S. R.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed ecology: implications for management**. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1997. 589p.
53. RAMIRES, A. C.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R. S.; GUERRA, N.; ALONSO, D. G.; BIFFE, D. F. Controle de *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea*

- grandifolia* com a utilização de glyphosate isolado ou em associação com latifolicidas. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 621-629, 2010.
54. RODRIGUES, O.; LHAMBY, J. C. B.; DIDONET, A. D.; ROMAN, E. S. Desenvolvimento de trigo: efeito da temperatura. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. **Circular Técnica Online**, 3.
 55. SCHONS, A., STRECK, N. A., KRAULICH, B., PINHEIRO, D. G.; ZANON, A. J. Emissão de folhas e início da acumulação de amido em raízes de uma variedade de mandioca em função da época de plantio. **Ciência Rural**, v. 37, n. 6, p. 1586-1592, 2007.
 56. SCHUAB, S. R. P. S.; BRACCINI, A. DE L.; FRANÇA NETO, J. DE B.; SCAPIM, C. A.; MESCHEDÉ, D. K. Potencial fisiológico de sementes de soja e sua relação com a emergência das plântulas em campo. **Acta Sci. Agron.**, v. 28, n. 4, p. 553-561, 2006.
 57. TANVEER, A.; KHALIQ, A.; JAVAID, M. M.; CHAUDHRY, M. N.; AWAN, I. Implications of weeds of genus *euphorbia* for crop production: a review. **Planta Daninha**, v. 31, n. 3, p. 723-731, 2013.
 58. THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, vol. VIII, n. 1).
 59. TREZZI, M. M.; FELLIPI, C. L.; MATTEI, D.; SILVA, H. L.; NUNES, A. L.; DEBASTIANI, C.; VIDAL, R. A.; MARQUES, A. Multiple resistance of acetolactate synthase and protoporphyrinogen oxidase inhibitors in *Euphorbia heterophylla* biotypes. **J. Environ. Sci. Health**, v. 40, n. 1, p. 1-9, 2005.
 60. TREZZI, M. M.; PORTES, E. D. S.; SILVA, H. L.; GUSTMAN, M. S.; DA SILVA, R. P.; FRANCHIN, E. Características morfofisiológicas de biótipos de *Euphorbia heterophylla* com resistência a diferentes mecanismos de ação herbicida. **Planta Daninha**, v. 27, p. 1075-1082, 2009.
 61. VARGAS, L.; BORÉM, A.; SILVA, A. A. DA. Técnica de cruzamentos controlados em *Euphorbia heterophylla* L. **Bragantia**, v. 58, n. 1, p. 23-27, 1999.
 62. VASCONCELOS, M. J. V. DE; ABDELNOOR, R. V.; KARAN, D.; ALMEIDA, Á. M. R.; OLIVEIRA, M. F. DE; BARROS, E. G.; MOREIRA, M. A. Variabilidade genética em biótipos de leiteiro de Londrina/PR. **Planta Daninha**, v. 18, n. 2, p. 285-292, 2000.
 63. VIANA, J. S.; LUCENA A, R. DE; BRUNO, A.; OLIVEIRA FILHO, J. O. T.; SILVA NETO, L. DE F.; SOUZA, C. Emergência e crescimento de plântulas de milho procedentes de sementes produzidas em sistemas de manejo de solo com e sem adubação mineral. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n. 3, p. 316-321, 2005.
 64. VIDAL, R. A.; MICHELANGELO, M. T.; DE PRADO, R.; RUIZ-SANTAELLA, J. P.; VILA-AIUB, M. Glyphosate resistant biotypes of wild poinsettia (*Euphorbia*

- heterophylla* L.) and its risk analysis on glyphosate-tolerant soybeans. **Int. J. Food Agric. Environ.**, v. 5, p. 265-269, 2007.
65. VILLELA, F.A.; PEREZ, W.B. Tecnologia de sementes - coleta, beneficiamento e armazenamento. In: **Germinação** - do básico ao aplicado, Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 265-280.
66. WARHM, E. J. A. Comparison of packing materials for seed with particular reference to humid environments. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 14, n. 1, p. 191-211, 1996.
67. XUE, Q.; WEISS, A.; BAENZIGER, P. S. Predicting leaf appearance infield grown winter wheat: evaluating linear and non – linear models. **Ecological Modelling**, v. 175, p. 261-270, 2004.