

# RESSALVA

Alertamos para ausência das Páginas pré-textuais não incluídas pelo(a) autor(a) no arquivo original.

## EFEITO DE MATURADORES SOBRE A GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DE CORDA-DE-VIOLA

**RESUMO** – O desenvolvimento das cordas-de-viola, na cultura da cana-de-açúcar, ocorre na fase de maior crescimento dos canaviais. Após essa fase, inicia-se o processo de estabilização de seu crescimento e de maturação. Durante esse processo, as plantas de corda-de-viola apresentam vários fluxos de florescimento que normalmente, coincidem com a época de aplicação dos maturadores na cana-de-açúcar. Desta forma, espera-se que a aplicação de maturadores na fase reprodutiva destas plantas poderá reduzir a produção de frutos e sementes, por induzir o aborto floral e/ou ainda reduzir a viabilidade das sementes produzidas. Objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de maturadores utilizados na cultura da cana-de-açúcar sobre a germinação de sementes, o desenvolvimento das plântulas e a abscisão de estruturas reprodutivas de *Ipomoea hederifolia*. O experimento foi conduzido no Departamento de Biologia Aplicado a Agropecuária, UNESP/Jaboticabal, SP, Brasil. Os tratamentos experimentais constituíram-se pela aplicação de cinco maturadores: ethyl-trinexapac, glyphosate, fluazifop-p-butyl, sulfometuron-metil, ethephon e uma testemunha sobre a espécie *I. hederifolia*, assim que a planta atingiu os estádios desejados. Após aplicação dos maturadores foram realizadas observações do número de estruturas reprodutivas que sofreram abscisão determinando-se a porcentagem de abscisão das estruturas reprodutivas. Quando as sementes atingiram a maturidade de colheita foram coletadas e colocadas para germinar em placas de Petri determinando-se a porcentagem de sementes germinadas, o índice de velocidade de germinação e tempo médio de germinação. Em seguida mediu-se o crescimento inicial e, posteriormente massa seca. A aplicação de ethyl-trinexapac, glyphosate e fluazifop-p-butyl quando as plantas estavam com as flores abertas reduziu a viabilidade das sementes. O tratamento com glyphosate apresentou os menores valores do comprimento o que pode afetar o desenvolvimento das plântulas. O uso dos maturadores glyphosate e ethephon provocaram as maiores porcentagens de abscisão das estruturas reprodutivas de *I. hederifolia* e isso, poderá contribuir com a redução do ingresso de sementes ao solo.

**Palavras-chave:** germinação, *Ipomoea hederifolia*, reguladores de crescimento

## EFFECT OF RIPENERS ON GERMINATION AND INITIAL GROWTH OF MORNING-GLORY

**ABSTRACT** - The morning-glory development on sugarcane crop occurs in the phase of higher growth of sugarcane. After this stage, the sugarcane stops increasing its biomass and begins the maturation stage. During this stage, the morning-glory plants are in different development stages and it usually coincide with the time of ripeners application on sugarcane. The main of this research was to evaluate the effect of ripeners used in sugarcane crop on the seeds germination, seedling development and abscission of the reproductive structures of *Ipomoea hederifolia*. The experiment was carried out in UNESP/FCAV- Jaboticabal, SP, Brazil. It was applied five ripeners (ethyl-trinexapac, glyphosate, fluazifop-p-butyl, sulfometuron-metil and ethephon) and one control (without ripeners) during the reproductive period of *I. hederifolia*. After ripeners application, were counted abscised reproductive structures to determine the percentage of abscission of reproductive structures. The seeds of each phonological stage were collected when it reached the point of physiological maturity and it was disposed to germinate in Petri dishes to evaluate the seed germination, germination time, germination rate, initial growth and dry mass weight. Ethyl-trinexapac, glyphosate e fluazifop-p-butyl application when plants are with open flowers can reduce seed viability. Glyphosate showed the smallest length value and it can affect seedling growth. Glyphosate and ethephon caused the highest percentages of abscission of *I. hederifolia* reproductive structures and, it can contribute to reducing the seeds inflow to the soils.

**Keywords:** *Ipomoea hederifolia*; plant growth regulator, seed germination

## 1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar se transformou em uma das principais culturas da economia brasileira. O Brasil é considerado o principal produtor mundial de açúcar e etanol, conquistando um espaço cada vez maior no mercado externo através do biocombustível como alternativa energética (MAPA, 2014). Essa posição está sendo ocupada principalmente em virtude da área cultivada e do aumento do potencial produtivo de novos cultivares (OLIVEIRA; CONSTANTIN; INOUE, 2011). Nas últimas décadas o sistema vem passando por intensas modificações decorrentes da proibição da queimada em canaviais no Estado de São Paulo devido à preocupação com os impactos ambientais e sociais causados pela cultura. Com a adoção dessa prática, o processo de colheita com a queima da cana tem sido substituído pela colheita da cana-crua, segundo restrições legais. Como consequência, o sistema de colheita de cana crua proporcionou modificações importantes em relação às plantas daninhas (KUVA et al., 2008).

A palha que permanece na superfície do solo, proveniente da colheita de cana crua, altera as condições de luz, temperatura e umidade, e esses fatores têm favorecido o desenvolvimento de plantas espontâneas com hábito de crescimento trepador nos canaviais, especialmente espécies do gênero *Ipomoea*, popularmente conhecidas como corda-de-viola. Essas plantas, na colheita, comprometem o rendimento operacional da colhedora, visto que, muitas vezes, provocam o “embuchamento” da máquina, obrigando o operador a parar constantemente para retirar as ramas da corda-de-viola reduzindo a eficiência e a velocidade do trabalho da colhedora. Além disso, os ramos das cordas-de-viola ao atingirem o ápice das plantas de cana-de-açúcar, prejudicam a absorção de luz e, conseqüentemente, reduzem a fotossíntese e formação de sacarose prejudicando o desenvolvimento da cultura (AZANIA; HIRATA; AZANIA, 2011). Silva et al. (2009) verificaram que a presença de *Ipomoea hederifolia* durante todo o ciclo da cultura da cana-de-açúcar RB855536 reduziu em 46% a produtividade, podendo a cultura conviver com essa espécie de corda-de-viola até 33 dias após a brotação. Ainda, segundo esses autores, por ocasião da colheita, seus frutos e suas sementes podem ser

encontrados ligados à planta-mãe, favorecendo a disseminação das sementes pela colhedora, a médias e longas distâncias o que pode influenciar o banco de sementes pelo ingresso dessas ao solo.

O desenvolvimento das cordas-de-viola ocorre na fase de maior crescimento dos canaviais e as plantas adultas se entrelaçam aos colmos e folhas da cana (AZANIA et al, 2002). Após essa fase de maior crescimento da planta de cana inicia-se o processo de estabilização de seu crescimento e de maturação. Durante esse processo, as plantas de corda-de-viola apresentam vários fluxos de florescimento que normalmente, coincidem com a época de aplicação dos maturadores na cana-de-açúcar. Os maturadores são classificados como inibidores ou retardantes do crescimento e são compostos que se enquadram no grupo dos reguladores vegetais, que agem alterando a morfologia e a fisiologia da planta (CASTRO, 1999). O processo de maturação da cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil ocorre naturalmente a partir dos meses de abril a maio. Caso as condições ambientais estimulem o crescimento vegetativo da planta, haverá redução no acúmulo de sacarose, implicando na geração de matéria-prima de qualidade inferior ou mesmo na escassez para o funcionamento da indústria sucroalcooleira (VIANA, 2008). O uso de maturadores na cultura da cana-de-açúcar objetiva inibir ou retardar o crescimento vegetativo da planta, uma vez que, a diminuição no crescimento aumentará o acúmulo de sacarose nos drenos dos colmos (RODRIGUES, 1995). Vários maturadores usados como maturadores são herbicidas aplicados em subdoses e atuam sobre sistemas enzimáticos ou proteínas específicas das plantas alterando sua funcionalidade (MESCHÉDE, 2009). Dentre os maturadores tradicionalmente usados como maturadores da cana-de-açúcar que pertencem ao grupo dos inibidores de crescimento ou ao grupo de compostos com ação herbicida destacam-se o glyphosate, o sulfometuron metil, o ethephon, o etyl-trinexapac e o fluazifop-p-butyl, entre outros (LEITE et al., 2008).

Desta forma, espera-se que a aplicação de maturadores na fase reprodutiva da corda-de-viola poderá reduzir a produção de frutos e, conseqüentemente, sementes, por induzir o aborto floral e/ou ainda reduzir a viabilidade das sementes produzidas, de acordo com o estágio reprodutivo em que elas se encontram. Por exemplo, aplicações de compostos herbicidas, como sulfoniluréias, no florescimento

de quinquilho, reduziram a produção de frutos e de sementes constituindo-se como uma ferramenta para diminuir o reabastecimento do banco de sementes de plantas daninhas no solo, mostrando assim, uma possibilidade de manejo destas no ambiente agrícola (FLECKS; ANDRES, 1994).

Novas alternativas que visam reduzir o ingresso de sementes viáveis de plantas daninhas no solo, eliminando a produção e/ou a viabilidade dessas sementes ainda na planta-mãe, bem como afetar negativamente o desenvolvimento das novas plântulas, representam ferramentas promissoras para o manejo das plantas, pela diminuição do banco de sementes e pela redução da capacidade competitiva.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de maturadores utilizados na cultura da cana-de-açúcar sobre a abscisão de estruturas reprodutivas, a germinação de sementes e o desenvolvimento inicial das plântulas e de *Ipomoea hederifolia*.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A cana-de-açúcar e a interferência das plantas daninhas

Segundo MAPA (2014), a projeção de produção da cana-de-açúcar para a safra 2011/2012 a 2021/2022 terá um acréscimo significativo de 30,5%, passando de 607.852 para 793.206 mil toneladas. Ainda nesse período, o Brasil deverá manter a liderança no comércio mundial em açúcar. O Brasil é considerado o principal produtor mundial de açúcar e etanol, conquistando um espaço cada vez maior no mercado externo através do biocombustível como alternativa energética (MAPA, 2014). Essa posição está sendo ocupada principalmente em virtude da área cultivada e do aumento do potencial produtivo de novos cultivares (OLIVEIRA; CONSTTANTIN; INOUE, 2011). O aumento da área cultivada com cana-de-açúcar intensificou a preocupação com os impactos ambientais e sociais causados pela cultura, levando à proibição da queimada em canaviais no Estado de São Paulo. Segundo restrições legais progressivas, a queimada estará proibida até o ano de 2021 em áreas com possibilidade de mecanização total da colheita e até 2031 para as demais áreas (Decreto nº 47.700 de 11/3/2003, que regulamenta a Lei nº 11.241 de 19/9/2002).

O sistema de colheita de cana crua proporcionou modificações importantes em relação às plantas daninhas, visto que promoveu a redução da movimentação do solo, a introdução da colhedora como agente disseminador, a eliminação do distúrbio pela queimada e, ainda, a manutenção de uma camada de palha sobre o solo (KUVA et al., 2006). Esse microclima favorece o desenvolvimento de plantas espontâneas que apresentam hábito de crescimento trepador nos canaviais, especialmente espécies do gênero *Ipomoea* e *Merremia*, popularmente conhecidas como corda-de-viola (AZANIA; HIRATA; AZANIA, 2011). Segundo KUVA et al. (2007), através do monitoramento de 28 talhões comerciais colhidos mecanicamente sem queima, as espécies *I. nil*, *I. quamoclit*, *I. hederifolia*, *I. grandifolia*, *I. purpurea* e *M. cissoides* foram encontradas em 17 talhões. Resultados de experimentos

demonstraram que *I. grandifolia* e *I. hederifolia* tendem a manter-se como plantas problema no sistema de cana crua (CORREIA; DURIGAN, 2004).

Com isso, os produtores de cana-de-açúcar têm encontrado dificuldades em manter a população dessas plantas em níveis de infestação que não prejudiquem a cultura. A cobertura morta sobre o solo não tem exercido efeito supressor sobre a germinação e emergência dessas plantas, que facilmente superam camadas de palha de até 20 t ha<sup>-1</sup> (AZANIA; HIRATA; AZANIA, 2011). SILVA et al. (2009) avaliaram que a convivência entre a espécie de *I. hederifolia* e cana-de-açúcar, até 229 dias após a brotação, reduziu a produtividade em 46%. Cada dia de convivência da cultura da cana-de-açúcar com a comunidade infestante resultou em uma perda de 0,12 t ha<sup>-1</sup>.

As cordas-de-viola possuem ciclo biológico longo, o que acarreta problemas na colheita, uma vez que seus ramos se entrelaçam no colmo da cultura (KISSMANN; GROTH, 1999), comprometendo o rendimento operacional da colhedora, visto que, muitas vezes ocorre o “embuchamento” da máquina, obrigando o operador a parar constantemente para retirar as ramas da corda-de-viola dos pirulitos, reduzindo a eficiência e a velocidade do trabalho da colhedora. Além disso, os ramos das cordas-de-viola ao atingirem o ápice das plantas de cana-de-açúcar, prejudicam a absorção de luz e, conseqüentemente, reduz a fotossíntese e formação de sacarose. Desse modo, a presença da corda-de-viola na colheita promove a diminuição na qualidade do produto colhido e na quantidade de cana colhida por intervalo de tempo e, conseqüentemente, maior prejuízo financeiro (AZANIA; HIRATA; AZANIA, 2011). Ainda, por ocasião da colheita, seus frutos e suas sementes podem ser encontrados ligados à planta-mãe, favorecendo a disseminação das sementes pela colhedora, a médias e longas distâncias (SILVA et al.; 2009).

A presença de plantas daninhas em áreas de cana-de-açúcar pode causar reduções na quantidade e na qualidade da matéria prima colhida, reduzir o número de cortes viáveis e, conseqüentemente, aumentar os custos de produção. Segundo dados do AGRINUAL (2012), com relação aos custos de produção, as operações que envolvem o controle de plantas daninhas comprometem em torno de 8,4 % dos

custos para a cana planta e 6,1 % para a cana soca, estes gastos envolvem custos com pulverizador, carpa, herbicida e cultivador para a cana soca.

Dessa forma, o conhecimento e o monitoramento de plantas daninhas é uma importante ferramenta para a tomada de decisões sobre o momento ideal para um controle eficiente e de baixo custo, visando diminuir a interferência das plantas daninhas nos ecossistemas agrícolas, garantindo assim o sucesso na atividade.

## 2.2 Família Convolvulaceae e o gênero *Ipomoea*

A família Convolvulaceae é amplamente distribuída, com maior número de representantes originários ou exclusivos dos trópicos (SIMÃO-BIANCHINI, 1998). De acordo com APG III (2009), Convolvulaceae divide-se em duas subfamílias, Humbertioideae e Convolvuloideae, e está incluída na ordem Solanales. É composta por 55 gêneros e 1930 espécies descritas, aproximadamente, sendo os gêneros com maior número de espécies *Ipomoea* (600 sp), *Convolvulus* (250), *Cuscuta* (150), e *Jacquemontia* (120) (JUDD et al., 1999).

Normalmente são plantas arbustivas, subarbustivas ou trepadeiras, suas folhas são alternas, simples ou compostas (BIANCHINI; PIRANI, 1997). Aproximadamente 74% das espécies da Região Sudeste possuem os caules e os ramos volúveis, com cerca de 3 m de comprimento, em média. As flores são geralmente muito vistosas e coloridas. Entre as inúmeras características das espécies de plantas da família Convolvulaceae, destaca-se a de produzirem um número considerável de sementes por planta, cerca de 50 a 300 (KISSMANN; GROTH, 1999).

No âmbito da família Convolvulaceae, o gênero *Ipomoea* (“*ips*=volúvel e “*homios*=semelhante”) possui a maior riqueza específica, com 600-700 espécies. As espécies de *Ipomoea* apresentam, em sua grande maioria, caules e ramos volúveis e as folhas possuem variadas formas e dimensões. A diferença do gênero está nas antenas lineares, não torcidas após a liberação do pólen, sendo este espinhoso. As espécies de *I. hederifolia* são plantas nativas da América Tropical e Subtropical, anuais, trepadeiras e robustas. Sua propagação é exclusivamente através de sementes. Apresenta comprimento em torno de 2-3 metros, um crescimento

bastante vigoroso, chegando a cobrir completamente uma pequena árvore ou uma seção do canal. Vegetam durante o verão, com um florescimento bastante abundante de janeiro a maio (LORENZI, 2008).

No Brasil, as plantas de *I. hederifolia* apresenta vasta e expressiva ocorrência, constituindo uma das espécies do gênero mais frequentemente encontradas nas áreas de produção agrícola (KISSMANN; GROTH, 1999). Possivelmente, em áreas de cana-de-açúcar, a temperatura associada à umidade são fatores mais determinantes à germinação e ao desenvolvimento das corda-de-viola. No campo, a umidade e a temperatura mais elevadas no solo, contribuem para a quebra de dormência da semente. Essas condições são mais comuns no período de primavera e verão, épocas de maior incidência dessas plantas (AZANIA; HIRATA; AZANIA, 2011). Labonia (2008) evidenciou que as espécies de *I. hederifolia* apresentam redução na germinação quando em temperaturas abaixo de 17,2 °C e, maior percentual entre 25,9 °C e 30,2 °C.

## **2.2 Banco de sementes no agroecossistema**

O termo banco de sementes é usado na literatura internacional e, descreve o montante de sementes viáveis e outras estruturas de propagação presentes no solo ou nos restos vegetais. A entrada de sementes no solo pode ocorrer de duas maneiras: pela produção e chuva de sementes oriundas das plantas presentes na área, ou pela introdução de sementes originárias de outras áreas por agentes de dispersão (CARMONA, 1992). Essa população de sementes é um conjunto das sementes que foram produzidas e introduzidas ao longo do tempo e, se mantiveram vivas e dormentes. Sendo assim, a composição do banco de sementes no agroecossistema cana-de-açúcar contém representantes do sistema atual de cultivo e de sistemas anteriores de cultivo da própria cana-de-açúcar ou associados a culturas anteriores (KUVA et al., 2008).

A maior parte das comunidades de plantas anuais é regenerada através dessas sementes armazenadas no banco de sementes do solo. As plantas daninhas que escapam aos métodos iniciais de controle ou que emergem tardiamente produzem quantidades de sementes que asseguram infestações nos anos

subseqüentes (NEVES et al., 1998). Segundo Taylorson (1966) a aplicação de herbicidas durante a fase reprodutiva de plantas daninhas tem reduzido a produção e a germinação em algumas espécies. Flecks e Andres (1994) constataram que aplicações de compostos herbicidas, como sulfoniluréias, no florescimento, proporcionaram redução na produção de frutos e de sementes e, podem impedir o reabastecimento do banco de sementes de plantas daninhas no solo, mostrando assim, uma possibilidade de manejo destas no ambiente agrícola. Morisono et al. (1995), estudando a aplicação do glyphosate nas plantas do joá-de-capote (*Nicandra physaloides*) em estágio de florescimento e início de frutificação, observaram que a aplicação de glyphosate proporcionou redução média de 40% na produção de frutos.

Tomadas de decisões antecipadas de controle numa lavoura, em relação à predição da flora de plantas daninhas emergidas a partir de dados relativos ao banco de sementes, não tem sido uma tarefa fácil (ZHANG et al., 1998). Novas alternativas que visam impedir o ingresso de sementes viáveis no solo, como eliminar a produção e a viabilidade das sementes ainda na planta-mãe representam potencial ideal para reduzir a quantidade de sementes de plantas daninhas nas áreas agrícolas, constituindo-se uma ferramenta importante na diminuição do banco de sementes.

### **2.3 Reguladores de crescimento**

O hormônio vegetal é um composto orgânico produzido pela planta, o qual em baixas concentrações pode promover e inibir ou modificar processos morfológicos e fisiológicos do vegetal (VIEIRA et al., 2010). Os processos fisiológicos influenciados pelos hormônios vegetais podem ser: emergência, florescimento, abscisão de frutos e flores, maturação de frutos e senescência (CASTRO; VIEIRA, 2001). A descoberta do efeito dos hormônios no controle do crescimento e do desenvolvimento das plantas propiciou o desenvolvimento de substâncias sintéticas que, ao serem aplicadas exogenamente, promovem resposta similar ou maior que a dos hormônios (LOONEY, 1997).

Os compostos com estruturas químicas similares aos hormônios, produzidas sinteticamente recebem o termo 'regulador de crescimento' e, quando aplicados na planta, irão interagir com os hormônios, causando respostas no crescimento e no desenvolvimento similar a esses (CAMILO, 2006). Os reguladores de crescimento são moléculas, que funcionam como sinais químicos altamente específicos entre as células e são capazes de regular o crescimento e o desenvolvimento vegetal devido ao fato de produzirem efeitos amplificados (DAVIES, 1995).

As usinas de cana-de-açúcar têm utilizado os maturadores para manter a produção constante de matéria prima com qualidade tecnológica e para permitir o planejamento da colheita. Os maturadores são compostos que se enquadram no grupo dos reguladores vegetais, que agem alterando a morfologia e a fisiologia da planta levando a modificações qualitativas e quantitativas na produção. Podem atuar para promover a diminuição do crescimento da planta, possibilitar incrementos no teor de sacarose nos entrenós, precocidade de maturação, aumentar a produtividade de açúcar, e também atuar sobre as enzimas (invertases), que catalisam o acúmulo de sacarose nos colmos (CASTRO, 1999).

O processo de maturação é um dos mais importantes na produção de cana-de-açúcar. Durante o processo de crescimento, o acúmulo de sacarose nos colmos é menor, atrasando ou mesmo inviabilizando o processo de maturação. Dessa maneira, a utilização de reguladores vegetais objetiva inibir ou retardar o crescimento vegetativo reconhecendo-se que a diminuição no crescimento da planta aumentará o acúmulo de sacarose nos drenos dos colmos. A falta de cultivares produtivos, com maturação precoce, pode ser contornada com a utilização de maturadores químicos para o suprimento da usina durante o ano todo com cana madura. Em condições de altas temperaturas durante todo o ano, em que a cana-de-açúcar vegeta continuamente, também se pode provocar a maturação através da aplicação de maturadores (RODRIGUES, 1995).

Dentre os maturadores tradicionalmente usados como maturadores da cana-de-açúcar que pertencem ao grupo dos inibidores de crescimento ou ao grupo de compostos com ação herbicida destacam-se o glyphosate, o sulfometuron-methyl, o ethephon, o etyl-trinexapac, o fluazifop-p-butyl, entre outros (LEITE et al., 2008).

O glyphosate (N-fosfometil glicina) foi originalmente sintetizado em 1964 como potencial agente quelante industrial. O termo glyphosate é geralmente utilizado para indicar tanto o ácido como seus sais, visto que são reconhecidos como biologicamente equivalentes (YAMADA; CASTRO, 2007). Trata-se de um herbicida com translocação via simplasto e com absorção facilitada por proteínas transportadoras de grupos fosfato presentes na membrana. É um herbicida sistêmico, não-seletivo, de amplo espectro, pertencente à classe dos derivados do aminoácido glicina. Esse produto é o único composto disponível comercialmente no Brasil que atua na enzima EPSPs (5-enolpiruvil-chiquimato-3-fosfosintase). (TREZZI; KRUSE; VIDAL, 2001). O glyphosate inibe especificamente a enzima EPSPs, enzima que catalisa a condensação do ácido chiquímico e do fosfato piruvato, evitando, dessa forma, a síntese dos três aminoácidos essenciais: triptofano, fenilalanina e tirosina (JAWORSKI, 1972). Essa via é responsável pela síntese de todos os compostos fenólicos da planta, além do ácido indol-acético (IAA) e compostos nitrogenados secundários (poliaminas, alcalóides, etc.), paralisando o processo de divisão celular (RODRIGUES, 1995). O herbicida é o mais importante a afetar a síntese de metabólitos secundários devido ao bloqueio da rota do ácido chiquímico (LYDON; DUKE, 1989). Entre os efeitos, podem ser citados: síntese de IAA e de outros hormônios vegetais, síntese de clorofila, síntese de fitoalexinas e de lignina, síntese de proteínas, fotossíntese, respiração, transpiração, permeabilidade de membranas e outros mais (YAMADA; CASTRO, 2007).

O sulfometuron-metil produto do grupo das sulfoniluréias é um inibidor do crescimento vegetal e afeta tanto o crescimento como a divisão celular. Os agentes químicos do grupo das sulfoniluréias atuam inibindo a ação da enzima ALS (acetolactato sintetase) bloqueando a síntese de aminoácidos de cadeia ramificada como a valina, leucina e isoleucina a partir dos substratos piruvato e a-cetobutarato ocasionando a interrupção da síntese protéica, inibição da síntese de DNA e da divisão celular, com conseqüente paralisação do crescimento vegetal. Tais maturadores também estimulam fortemente a produção de etileno devido ao efeito estressante causado pela fitotoxidez (RODRIGUES, 1995).

O Ethephon, ácido 2-cloro-etil fosfônico, pertencente ao grupo químico ácido fosfônico, é um regulador de crescimento vegetal com propriedades sistêmicas.

Quando penetra os tecidos da planta é translocado progressivamente, e, em seguida, decompõe-se em etileno (TOMLIN, 1994) produzindo efeitos como atraso no período de brotação, incremento de brotação de gemas e redução do crescimento de brotos (BAUTISTA; VARGAS; COLMENARES, 1987). A produção do etileno bioquimicamente inicia com o aminoácido metionina, o qual reage com ATP formando um composto conhecido por SAM (S-adenosilmetionina), sendo quebrado em dois compostos diferentes, um dos quais é o chamado ACC (ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico), onde enzimas no tonoplasto convertem o ACC em etileno (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2001). O etileno metabolizado pela planta promove diferentes efeitos no seu crescimento e desenvolvimento, e é responsável pelos principais eventos fisiológicos como germinação e crescimento de gemas, amadurecimento de frutos, abscisão, florescimento, senescência, crescimento de plântulas e dormência apical (VIEIRA et al., 2010). O modo de ação é dependente do local da síntese ou tecido aplicado, do tempo de síntese ou da aplicação, do nível de ação do composto, bem como da sua interação e a inter-relação funcional de diferentes hormônios e reguladores vegetais (KORBAN, 1998).

O ethyl-trinexapac representa uma nova classe química de reguladores vegetais, o qual foi desenvolvido com a finalidade de maturador na cana-de-açúcar e estimulante do aumento do conteúdo de sacarose nos colmos. Pertence ao grupo químico do ciclohexano ou ciclohexadiona, derivado do ácido carboxílico, cujo nome químico é 4(ciclopropil-a-hidroxi-metileno-3,5-dioxociclohexanocarboxílico ácido etil Ester. Especificamente, o ethyl-trinexapac atua inibindo a 3 b-hidroxilação, impedindo a síntese de GAs de alta atividade biológica, especialmente a GA<sub>1</sub>, uma das mais eficientes em promover o alongamento celular (RODRIGUES, 1995). Após a aplicação, este produto é predominantemente absorvido pelas folhas e translocado para áreas de atividade meristemática, inibindo a síntese de formas ativas de ácido giberélico, um hormônio envolvido no crescimento e divisão celular, o que conduz a uma diminuição no desenvolvimento da planta (MARIN, 2012).

O uso de maturadores químicos como maturadores podem também influenciar no desenvolvimento de plantas daninhas presentes na cultura e, dessa forma, afetar o potencial reprodutivo destas plantas e, conseqüentemente, alterar a

sua dinâmica na cultura, considerando a adaptabilidade a condições ambientais, a resistência ou susceptibilidade a condições desfavoráveis dessas espécies.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 2.1 Instalação e condução

O experimento foi desenvolvido em área pertencente ao Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária, da FCAV/UNESP – na Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Campus de Jaboticabal, estado de São Paulo, localizada a 21°14'05” Sul, na longitude de 48°17'09” Oeste e altitude de 615 m.

O experimento foi instalado no dia 07/10/2012, utilizando-se 24 canteiros (parcelas), cujas dimensões eram de 50 cm de largura por 50 cm de comprimento. As características químicas de uma amostra composta de solo coletada dos canteiros estão descritas na Tabela 1. No centro de cada canteiro, as sementes de *I. hederifolia* foram semeadas em 10 covas, depositando-se 3 sementes/cova. Decorridos 20 DAS (dias após a semeadura), foi feito o desbaste das plantas, deixando-se as duas plantas mais vigorosas no canteiro. A partir do estágio de seis folhas verdadeiras, foram fixadas estacadas de bambu ao lado das plantas para a condução destas no sentido vertical. Posteriormente, aos 60, 90 e 150 DAS, os mesmos foram adubados com a formulação N-P-K na proporção 4-20-20 em dose equivalente a 300 kg ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 1.** Resultados da análise química de uma amostra composta de substrato (0 – 20 cm) coletada dos canteiros, Jaboticabal-SP.

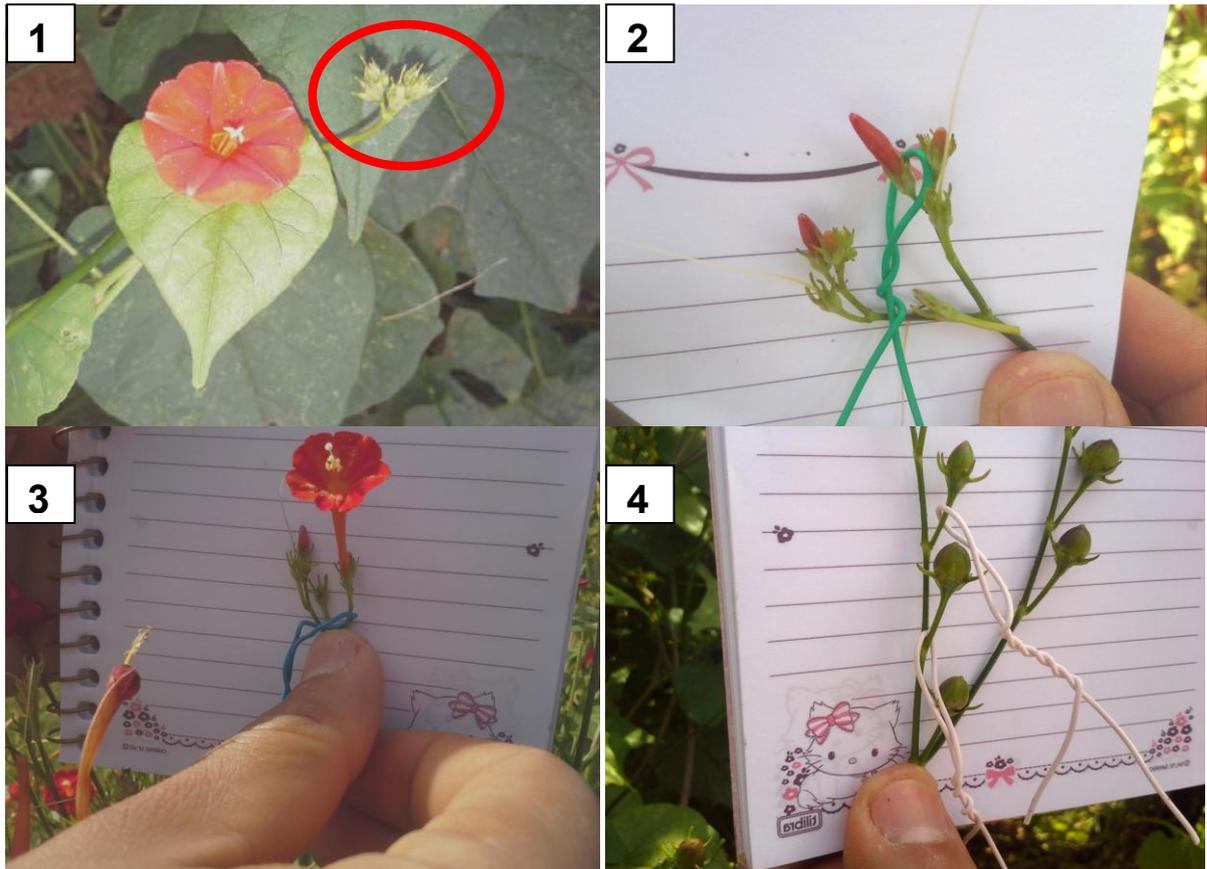
pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
em CaCl <sub>2</sub>	g/dm <sup>3</sup>	resina mg/dm <sup>3</sup>	mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>						%
5,6	18	125	4,6	42	15	28	61,6	89,6	69

## 2.2 Tratamentos e delineamento experimental

Aplicações de cinco maturadores (ethyl-trinexapac, glyphosate, fluazifop-p-butyl, sulfometuron-methyl e ethephon) foram realizadas sobre as plantas de *I. hederifolia*, além de uma testemunha (sem aplicação) (Tabela 2), assim que as plantas de cada parcela atingiram quatro estádios (ou fenofases) desejados: 1- Órgãos de florescimento visíveis (1º estágio - G51); 2- Flores visíveis - ainda fechadas (2º estágio - G55); 3- Flores abertas – Floração plena (3º estágio - 65); 4- Frutos - tamanho típico da espécie (4º estágio – G75) (Figura 1). Em *I. hederifolia*, estes estádio foram definidos segundo Bleiholder et al. (1991), através da escala denominada de BBCH-Code, o qual possibilita identificar os estádios de desenvolvimento das plantas daninhas. Cada fenofase foi demarcada com uma fita colorida, as quais permitiram identificar, ao final do experimento, em qual estágio de florescimento ou frutificação encontravam-se as plantas no dia da aplicação. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 4 repetições, 6 tratamentos, totalizando 24 parcelas. Para cada parcela, foram demarcadas 30 estruturas reprodutivas/ estágio determinado, totalizando 124 estruturas reprodutivas demarcadas.

**Tabela 2.** Tratamentos utilizados nos experimentos, Jaboticabal-SP.

Nome comum	Doses (g i.a ha <sup>-1</sup> )	Doses (g e.a ha <sup>-1</sup> )	Adjuvante	Concentração
<b>Ethyl-trinexapac</b>	300	--	-----	-----
<b>Glyphosate</b>	--	216	-----	-----
<b>Fluazifop-p-butyl</b>	75	--	-----	-----
<b>Sulfometuron-methyl</b>	15	--	espalhante adesivo	0,1% v/v
<b>Ethephon</b>	480	--	-----	-----
<b>Testemunha</b>	0	--	-----	-----



**Figura 1.** Estádios fenológicos de *Ipomoea hederifolia* submetidos à aplicação de diferentes maturadores no período reprodutivo. 1- Órgãos de florescimento visíveis; 2- Flores visíveis (ainda fechadas); 3- Flores abertas (floração plena); 4- Frutos (tamanho típico da espécie), Jaboticabal-SP.

A aplicação dos maturadores foi realizada com auxílio de um pulverizador costal à pressão constante ( $\text{CO}_2$ ), equipado com uma ponta de pulverização do tipo XR 110 02. O conjunto foi regulado com 2.2 bar de pressão para distribuir o equivalente a  $200 \text{ L ha}^{-1}$  de calda. A data e o horário da aplicação, bem como as condições dos principais elementos climáticos durante a aplicação dos dois experimentos, encontram-se na Tabela 3.

**Tabela 3.** Data, horário e condições dos principais elementos climáticos na aplicação dos maturadores. Jaboticabal-SP.

Data	Horário		Temp.(°C) Ar	U.R.(%)	Vento (m/s)	Cobertura céu (%)
	Início	Fim				
10/04/2013	15:30	17:15	28.0	73.0	ausente	0

### 2.3 Avaliações

Após a aplicação dos maturadores foram realizadas observações diárias do número de estruturas demarcadas que sofreram abscisão dentro de cada fenofase estudada no período que compreendeu a aplicação até a coleta das sementes, determinando-se a porcentagem de estruturas que sofreram abscisão.

Posteriormente, os frutos de cada estágio fenológico, ao atingir a maturidade de colheita (pouco antes da deiscência), foram coletados separando-se desses as sementes, que foram acondicionadas em sacos de papel e conservadas em câmara fria (12°C) e seca, durante 60 dias (intervalo entre início e final da coleta).

Ao término das coletas, para determinar a viabilidade de sementes, foi preparado o teste de tetrazólio de cada lote de sementes coletadas para cada fenofase estudada (BRASIL, 2009). Logo em seguida, as sementes de cada fenofase foram avaliadas pelo teste de germinação, determinando-se as porcentagens de germinação, o índice de velocidade de germinação (MAGUIRE, 1962), o tempo médio de germinação (LABOURIAU, 1983), o comprimento e a massa seca da parte aérea e da raiz das plântulas.

Antes de iniciar o teste de germinação, essas sementes foram submetidas à escarificação mecânica, a qual foi realizada manualmente esfregando-se as sementes entre duas lâminas de lixas de parede número 60, durante 20 segundos. Em seguida, as sementes de cada estágio fenológico foram colocadas para germinar em placas de Petri, com substrato papel filtro, embebidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel e acondicionadas câmaras de germinação do tipo B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand) na temperatura de 27°C. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 4 repetições de 25 sementes/placa. Observações diárias foram realizadas a partir do dia em que a primeira semente germinou (radícula > 2mm), contando-se o número de sementes germinadas durante 15 dias.

A porcentagem de germinação foi determinada através da fórmula  $\%G = (N/25) \times 100$ , onde: N = número de sementes germinadas ao final do teste.

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi calculado através da fórmula de Maguire (1962):  $IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gm/Nn$ , onde:  $G1, G2, \dots, Gn$  = número de plântulas germinadas, computadas na primeira, segunda, ..., última contagem  $N1, N2, \dots, Nn$  = número de dias desde a primeira, segunda, ..., última contagem.

O tempo médio de germinação (TMG) foi calculado através da fórmula de Labouriau (1983):  $TMG = (\sum niti)/\sum ni$ , onde:  $ni$  = número de sementes germinadas por dia;  $ti$  = tempo de incubação;  $i = 1$  a 15 dias.

O comprimento da parte aérea e da raiz das plântulas foi determinado ao final do décimo quinto dia, com o auxílio de um papel milimetrado e os resultados expressos em mm plântula<sup>-1</sup>. Após a medição dos comprimentos, cada repetição da parte aérea e da raiz foi colocada em sacos de papel e levada a estufa, com circulação forçada de ar, mantida à temperatura de 65 °C, permanecendo por 72 horas. Cada repetição foi pesada em balança de precisão de 0,0001 g.

Os resultados foram analisados considerando-se o delineamento inteiramente casualizado distribuído em esquema de parcelas subdivididas 6x4 (tratamentos x estádio); tendo nas parcelas principais (A) (tratamentos) e nas subparcelas (B) (estádios). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os percentuais de abscisão das estruturas reprodutivas dos fatores principais estão contidos na Tabela 4.

A comparação entre os tratamentos mostra que o uso de glyphosate e ethephon apresentaram, em média, as maiores taxas de abscisão. Quando comparados à testemunha, a qual apresentou o menor percentual entre os tratamentos, os dois maturadores provocaram um aumento médio de 32%. Nota-se que os maturadores ethyl-trinexapac e fluazifop-p-butyl, também, mostraram porcentagens de abscisão superior à testemunha, em média, esse aumento foi de 7%. Quanto à comparação entre os estádios, verifica-se que a aplicação no 1º estágio (início dos órgãos de florescimento) promoveu a maior porcentagem de abscisão das estruturas reprodutivas (Tabela 4).

**Tabela 4.** Porcentagem de abscisão de estruturas reprodutivas de sementes provenientes das plantas de *I. hederifolia* submetidas à aplicação de maturadores durante o período reprodutivo, Jaboticabal-SP.

<b>Maturadores (A)</b>	<b>Abscisão (%)</b>
Ethyl-trinexapac	13,8 B
Glyphosate	38,1 A
Fluazifop-p-butyl	12,3 B
Sulfometuron-methyl	9,9 BC
Ethephon	37,6 A
Testemunha	6,0 C
DMS	4,64
<b>Estádios (B)</b>	
Início dos órgãos de florescimento	28,5 A
Flores visíveis/ ainda fechadas	16,7 BC
Flores abertas	14,2 C
Frutos	19,0 B
DMS	2,89
F(A)	139,92**
F(B)	66,85**
F(AxB)	51,95**
CV (%) parcelas	21,02
CV (%) subparcelas	19,27

Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. \*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

As porcentagens de abscisão das estruturas reprodutivas da interação entre os fatores (tratamentos x estádios) estão descritas na Tabela 5.

Analisando os tratamentos dentro de cada estádio, tem-se que os resultados obtidos com ethyl-trinexapac, fluazifop-p-butyl e sulfometuron-methyl foram semelhantes entre si e aos da testemunha no 1º estádio (início dos órgãos de florescimento), no 2º estádio (flores fechadas) e no 3º estádio (flores abertas). Já, no 4º estádio (frutos), esses maturadores, não diferiram entre si, e diferiram da testemunha provocando aumento médio de 20% na porcentagem de abscisão. Nota-se que o maior efeito desses maturadores na abscisão foi no 4º estádio (Tabela 5).

Os resultados com glyphosate, quando comparado aos demais tratamentos, mostram um efeito mais prejudicial à abscisão, no 1º estádio, 2º estádio e 3º estádio (exceto ao tratamento com ethephon, no 1º estádio). Nota-se que, o glyphosate provocou um aumento de 57% (1º estádio), 32% (2º estádio) e 30% (3º estádio) na abscisão, em relação à testemunha. Enquanto no 4º estádio, seu efeito foi menos prejudicial que os estádios anteriores e também em relação aos demais maturadores. Nesse estádio, quando comparado à testemunha, a abscisão provocada pelo uso de glyphosate foi 9% superior (Tabela 5). Os efeitos encontrados pelo glyphosate abscisão das estruturas pode ser explicado pelo aumento de etileno com consequente aumento da atividade da celulase nas zonas de abscisão diminuindo a resistência às abscisões. Isso ocorre porque na biossíntese de aminoácidos e ureídeos verifica-se que a via se ramifica em síntese de triptofano, fenilalanina e tirosina, a qual é inibida pelo glyphosate, ou em síntese de glicina, serina, cisteína e metionina. Quando a primeira ramificação é inibida, a segunda é mais induzida. Nela é possível observar a presença de metionina que é precursora da síntese de etileno (YAMADA E CASTRO, 2007).

A aplicação de ethephon, nos quatro estádios, promoveu um aumento significativo em relação à testemunha. Esse aumento na taxa de abscisão foi de 63% (1º estádio), 17% (2º estádio), 17% (3º estádio) e 28% (4º estádio) (Tabela 5). A maior porcentagem de abscisão para este produto ocorreu no 1º estádio, onde mostrou 70% de estruturas que sofreram abscisão. A abscisão das estruturas de florescimento após aplicação de ethephon pode ocorrer em função da sua ação inibitória no transporte de auxina devido à liberação de etileno que acontece quando

o produto entra em contato com o tecido vegetal. A auxina é produzida na folha, um gradiente de auxina da lamina foliar para o caule mantém a zona de abscisão do pecíolo em um estado insensível ao etileno. O etileno diminui a atividade da auxina tanto pela redução de sua síntese e transporte quanto pelo aumento da sua destruição (TAIZ E ZEIGER, 2013). O efeito fisiológico de IAA, nesse processo, é reduzir a sensibilidade da zona de abscisão ao etileno. Em baixa concentração de IAA o etileno “ativado”, após aplicação do produto, resulta em abscisão (BANGERTH, 2000).

**Tabela 5.** Efeito da interação entre tratamentos e estádios reprodutivos sobre a porcentagem de abscisão (%) das estruturas reprodutivas de *I. hederifolia*, Jaboticabal-SP.

Maturadores	Início dos órgãos de florescimento	Flores visíveis (fechadas)	Flores abertas	Frutos	F
	<b>Abscisão (%)</b>				
<b>Ethyl-trinexapac</b>	11,5 Bb	7,70 Cb	10,2 BCb	25,7 ABa	18,44**
<b>Glyphosate</b>	64,5 Aa	42,3 Ab	34,0 Ac	11,5 Cd	134,47**
<b>Fluazifop-p-butyl</b>	10,5 Bb	5,00 Cb	8,20 Cb	25,3 ABa	22,49**
<b>Sulfometuron-methyl</b>	7,00 Bb	7,50 Cb	7,00 Cb	18,3 BCa	8,63**
<b>Ethephon</b>	70,5 Aa	27,5 Bbc	21,5 Bc	30,7 Aab	139,33**
<b>Testemunha</b>	7,50 Bab	10,0 Ca	4,00 Cab	2,50 Db	3,22*
<b>F</b>	244**	59,74**	34,91**	29,54**	

Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam os tratamentos e letras minúsculas os estádios. \*\* 1% de probabilidade pelo teste F; \* 5% de probabilidade pelo teste F.

As porcentagens de germinação dos fatores principais estão descritas na Tabela 6.

Comparando o efeito entre os tratamentos na germinação, é possível observar que os tratamentos com ethyl-tinexapac, glyphosate e fluazifop-p-butyl apresentaram os menores valores de germinação quando comparados aos demais tratamentos. Esses maturadores mostraram uma redução média de 12%, em relação à testemunha. Nota-se que os tratamentos com sulfometuron-methyl e ethephon mostraram resultados semelhantes aos citados anteriormente, no entanto a porcentagem de germinação foi levemente superior. Analisando o efeito dos

tratamentos nos estádios, pode ser observado que o 1º estágio (início dos órgãos de florescimento) e o 3º estágio (flores abertas) exibiram os menores valores de germinação (Tabela 6).

**Tabela 6.** Porcentagem de germinação (%) de sementes provenientes das plantas de *I. hederifolia* submetidas à aplicação de maturadores durante o período reprodutivo, Jaboticabal-SP.

<b>Tratamentos (A)</b>	<b>Germinação (%)</b>
Ethyl-trinexapac	56,7 B
Glyphosate	53,8 B
Fluazifop-p-butyl	56,5 B
Sulfometuron-methyl	58,6 AB
Ethephon	62,8 AB
Testemunha	68,1 A
DMS	10,64
<b>Estádios (B)</b>	
Início dos órgãos de florescimento	13,1 D
Flores visíveis (ainda fechadas)	74,9 B
Flores abertas	64,8 C
Frutos	84,8 A
DMS	7,20
F(A)	4,79**
F(B)	276,59**
F(AxB)	2,20**
CV (%) parcelas	15,92
CV (%) subparcelas	15,84

Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. \*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

As porcentagens de germinação da interação entre os fatores (tratamentos x estádios) estão contidos na Tabela 7.

Os tratamentos, no 1º estágio (início dos órgãos de florescimento), com ou sem aplicação dos maturadores, não apresentaram diferenças entre si. Analisando os dados de germinação, nesse estágio de desenvolvimento, nota-se que a germinação de todos os tratamentos foi menor nesse estágio que nos estádios mais tardios (Tabela 7). Essa redução pode ocorrer em função dos mecanismos de dormência que são característicos de algumas sementes de plantas daninhas como

a dormência primária, por exemplo, que segundo Vivian et al. (2008) é uma característica intrínseca das sementes de plantas daninhas, desenvolvida enquanto ligadas à planta-mãe permanecendo após sua dispersão. Ainda, a dormência é um mecanismo de perpetuação e de defesa das sementes produzindo lotes de sementes com variações na germinação (MARCOS FILHO, 2005).

No 2º estágio (flores fechadas), os resultados obtidos pelos maturadores, ethyl-trinexapac, sulfometuron-methyl e ethephon não mostraram diferença da testemunha. Enquanto para os maturadores, glyphosate e fluazifop-p-butyl, os resultados foram semelhantes à testemunha, destacando o fluazifop-p-butyl que mostrou uma germinação levemente inferior, sendo a redução de 20%. No 3º estágio (flores abertas), os tratamentos com aplicação dos maturadores, de maneira geral, não apresentaram diferenças entre si e causaram reduções à germinação em relação à testemunha, sendo esta redução, em média, de 26% (Tabela 7).

No 4º estágio (frutos), os maturadores não mostraram diferenças entre si e para com a testemunha. Vale ressaltar que, nesse estágio, a porcentagem média de germinação foi maior que nos estádios iniciais de florescimento (Tabela 6 e 7). Sabendo que após a fecundação, as sementes crescem rapidamente em tamanho e atinge um crescimento máximo em um curto período de tempo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012), o uso de maturadores inibidores da divisão celular cujas moléculas são de pronta translocação para os tecidos meristemáticos (SHANER et al., 1984) e maturadores que são altamente translocáveis até às áreas meristemáticas com altas taxas de crescimento (RODRIGUES, 1995) explicaria, em partes, a eficiência dos maturadores nos estádios iniciais do desenvolvimento reprodutivo.

**Tabela 7.** Efeito da interação entre tratamentos e estádios reprodutivos sobre a porcentagem de germinação (%) de sementes de *I. hederifolia*, Jaboticabal-SP.

Maturadores	Início dos órgãos de florescimento	Flores visíveis (fechadas)	Flores abertas	Frutos	F
<b>Germinação (%)</b>					
<b>Ethyl-trinexapac</b>	10 Ac	74 ABab	62 Bb	81 Aa	46,61**
<b>Glyphosate</b>	07 Ac	82 Aa	49 Bb	76 Aa	52,61**
<b>Fluazifop-p-butyl</b>	14 Ac	62 Bb	64 Bb	86 Aa	41,56**
<b>Sulfometuron-methyl</b>	16 Ac	73 ABab	63 Bb	82 Aa	38,31**
<b>Ethephon</b>	17 Ac	65 ABb	79 Bab	89 Aa	45,81**
<b>Testemunha</b>	13 Ab	78 ABa	86 Aa	94 Aa	62,68**
<b>F</b>	0,65 <sup>ns</sup>	2,38*	6,40**	1,98 <sup>ns</sup>	

Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam os estádios e letras minúsculas os maturadores. \*\* 1% de probabilidade pelo teste F; \* 5% de probabilidade pelo teste F; ns- Não significativo.

Os resultados do índice de velocidade de germinação das sementes dos fatores principais estão descritas na Tabela 8.

Com relação ao efeito dos maturadores no índice de velocidade de germinação, destaca-se a aplicação de glyphosate que na média, mostrou a menor velocidade de germinação. Quando comparado à testemunha, a redução pelo uso de glyphosate foi de 23%. Nota-se que o resultado apresentado pelo glyphosate foi semelhante aos tratamentos com ethyl-trinexapac, fluazifop-p-butyl e sulfometuron-methyl. Estes maturadores, por sua vez, reduziram em média 13% a germinação em relação à testemunha (Tabela 8).

Nota-se que o índice de velocidade de germinação foi semelhante ao padrão obtido pela porcentagem de germinação para todos os tratamentos, exceto para o ethephon, sendo os menores valores de velocidades de germinação para os tratamentos que apresentaram também os menores valores de porcentagens de germinação. Bervald et al. (2010) conduziu um trabalho com sementes de soja transgênica embebidas a doses crescentes de glyphosate e também constatou que o herbicida diminui o poder germinativo e o índice de velocidade de emergência com o aumento das doses ocasionando danos a qualidade fisiológica das sementes. Quanto a influencia dos tratamentos nos estádios de desenvolvimento, a velocidade de germinação do 1º estágio (início dos órgãos de florescimento) e do 3º estágio (flores abertas) foi mais lenta que nos demais (Tabela 8).

**Tabela 8.** Índice de velocidade de germinação de sementes provenientes das plantas de *I. hederifolia* submetidas à aplicação de maturadores durante o período reprodutivo, Jaboticabal-SP.

<b>Maturadores (A)</b>	<b>Índice de velocidade de germinação</b>
Ethyl-trinexapac	13,1 AB
Glyphosate	12,6 B
Fluazifop-p-butyl	14,1 AB
Sulfometuron-methyl	15,3 AB
Ethephon	16,6 A
Testemunha	16,3 A
DMS	3,70
<b>Estádios (B)</b>	
Início dos órgãos de florescimento	9,80 C
Flores visíveis (ainda fechadas)	16,7 A
Flores abertas	13,6 B
Frutos	18,4 A
DMS	2,00
F(A)	4,13*
F(B)	50,36**
F(AxB)	5,35**
CV (%) parcelas	22,43
CV (%) subparcelas	17,87

Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. \*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F; \* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Os resultados do índice de velocidade de germinação da interação entre os fatores (tratamentos x estádios) estão contidos na Tabela 9.

Analisando o 1º estágio, os tratamentos com ethyl-trinexapac, glyphosate e fluazifop-p-butyl mostraram semelhança ao tratamento testemunha, sendo que aqueles onde foi aplicado ethyl-trinexapac e glyphosate a germinação foi um pouco mais lenta que a testemunha e onde foi aplicado fluazifop-p-butyl a germinação foi levemente superior. Os tratamentos com sulfometuron-methyl e ethephon apresentaram os maiores valores de velocidade de germinação, em relação aos demais tratamentos produzindo um tempo menor para as sementes germinarem.

No 2º estágio (flores fechadas), os maturadores, de maneira geral, apresentaram resultados similares à testemunha, destacando-se o uso de fluazifop-p-butyl, glyphosate e ethephon. Com o uso de fluazifop-p-butyl a germinação foi um pouco mais lenta, enquanto para os maturadores glyphosate e ethephon, a germinação foi levemente superior à testemunha (Tabela 9).

As correlações entre a variável porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação foram semelhantes para os tratamentos dentro do 3º estágio (flores abertas) e do 4º estágio (frutos). No 3º estágio, os valores obtidos com a velocidade de germinação das sementes oriundas da aplicação dos maturadores também não superam os da testemunha. O nível de vigor da semente pode afetar o desenvolvimento das plantas e proporcionar menor capacidade de competição dessas plantas pelos recursos como luz, água e nutrientes com as plantas vizinhas. Segundo Oliveira et al (2009) o teste de velocidade de germinação é baseado no princípio de que sementes que possuem menor velocidade de germinação são menos vigorosas.

Ainda, tal como ocorreu com a porcentagem de germinação, no 4º estágio, a velocidade de germinação também não mostrou diferença entre os maturadores e nem destes para com a testemunha (Tabela 9).

Quanto a influencia de cada produto nos estádios analisados, a velocidade de germinação para os maturadores ethyl-trinexapac e glyphosate foi mais prejudicada no 1º estágio. Quanto ao fluazifop-p-butyl os estádios em que a germinação foi mais lenta foi no 1º estágio e no 2º estágio. Para os demais maturadores sulfometuron-methyl e ethephon a velocidade de germinação foi mais prejudicada no 3º estágio.

**Tabela 9.** Efeito da interação entre tratamentos e estádios reprodutivos sobre o índice de velocidade de germinação de *I. hederifolia*, Jaboticabal-SP.

Maturadores	Início dos órgãos de florescimento	Flores visíveis (fechadas)	Flores abertas	Frutos	F
Ethyl-trinexapac	6,1 BCb	17,1 ABa	13,0 Ba	15,8 Aa	14,32**
Glyphosate	5,2 Cc	18,0 Aa	10,4 Bb	16,6 Aa	20,28**
Fluazifop-p-butyl	11,2 ABb	12,6 Bb	13,9 Bab	18,6 Aa	5,96**
Sulfometuron-methyl	14,2 Aab	17,0 ABab	12,4 Bb	17,6 Aa	3,56*
Ethephon	15,2 Abc	18,5 Aab	11,8 Bc	20,8 Aa	9,02**
Testemunha	7,1 BCb	17,0 ABa	19,8 Aa	21,3 Aa	23,98**
<b>F</b>	9,47**	2,27 <sup>ns</sup>	5,46**	2,53*	

Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam os tratamentos e letras minúsculas os estádios. \*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F; \* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F; ns- Não significativo.

Os resultados do tempo médio de germinação das sementes dos fatores principais estão descritas na Tabela 10.

O efeito dos tratamentos, no tempo médio de germinação, de maneira geral, não mostrou diferença significativa. Enquanto a comparação entre os estádios em função da influência dos tratamentos mostra que o 1º estágio (início dos órgãos de florescimento) apresentou uma germinação mais lenta que os demais.

**Tabela 10.** Tempo médio de germinação de sementes provenientes das plantas de *I. hederifolia* submetidas à aplicação de maturadores durante o período reprodutivo, Jaboticabal-SP.

<b>Maturadores (A)</b>	<b>Tempo médio de germinação (Dias)</b>
<b>Ethyl-trinexapac</b>	2,1 A
<b>Glyphosate</b>	1,8 A
<b>Fluazifop-p-butyl</b>	1,6 A
<b>Sulfometuron-methyl</b>	1,7 A
<b>Ethephon</b>	1,5 A
<b>Testemunha</b>	1,9 A
DMS	0,60
<b>Estádios (B)</b>	
<b>Início dos órgãos de florescimento</b>	2,3 A
<b>Flores visíveis (ainda fechadas)</b>	1,4 B
<b>Flores abertas</b>	1,7 B
<b>Frutos</b>	1,5 B
DMS	0,36
<b>F(A)</b>	3,29*
<b>F(B)</b>	13,69**
<b>F(AxB)</b>	5,15**
<b>CV (%) parcelas</b>	28,64
<b>CV (%) subparcelas</b>	27,22

Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. \*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F; \* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Os resultados do tempo médio de germinação da interação entre os fatores (tratamentos x estádios) estão contidos na Tabela 9.

Quanto ao comportamento de cada tratamento dentro de cada estágio, verifica-se que o uso dos maturadores no 2º (flores fechadas), 3º (flores abertas) e 4º (frutos) estádios não influenciou o tempo de germinação. Somente no 1º estágio ocorreu diferença entre os tratamentos, onde se verifica redução significativa do tempo médio de germinação pelo uso de maturadores. A ocorrência de dormência

nas sementes, nesse primeiro estágio, pode ter provocado uma germinação mais lenta e irregular (Tabela 11).

**Tabela 11.** Efeito da interação entre tratamentos e estádios reprodutivos sobre o tempo médio de germinação (dias) de *I. hederifolia*, Jaboticabal-SP.

Maturadores	Início dos órgãos de florescimento	Flores visíveis (fechadas)	Flores abertas	Frutos	F
Ethyl-trinexapac	3,1 ABa	1,3 Ab	1,6 Ab	2,0 Ab	10,87**
Glyphosate	2,2 BCa	1,4 Ab	1,7 Aa	1,7 Aa	1,93 <sup>ns</sup>
Fluazifop-p-butyl	1,5 Ca	1,4 Aa	1,6 Aa	1,6 Aa	0,20 <sup>ns</sup>
Sulfometuron-methyl	1,4 Ca	1,4 Aa	2,2 Aa	1,5 Aa	2,56 <sup>ns</sup>
Ethephon	1,5 Ca	1,3 Aa	1,7 Aa	1,3 Aa	0,86 <sup>ns</sup>
Testemunha	3,6 Aa	1,7 Ab	1,3 Ab	1,2 Aa	23,03**
<b>F</b>	15,20**	0,54 <sup>ns</sup>	1,51 <sup>ns</sup>	1,35 <sup>ns</sup>	

Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam os tratamentos e letras minúsculas os estádios. \*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F; \* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F; ns- Não significativo.

Os resultados do comprimento da parte aérea (mm) dos fatores principais estão descritas na Tabela 12.

Quanto ao efeito dos maturadores no comprimento da parte aérea observa-se que o glyphosate exibiu o menor comprimento, em média o desenvolvimento foi 11% menor que a testemunha, enquanto o ethyl-trinexapac e sulfometuron-methyl apresentaram os maiores comprimentos, em média o desenvolvimento foi 18% maior que a testemunha. Comparando os estádios entre si para o comprimento da parte aérea, o desenvolvimento foi menor quando as flores estavam fechadas.

**Tabela 12.** Comprimento da parte aérea (mm) de plântulas de *I. hederifolia*, oriundas de plantas-mãe submetidas à aplicação de maturadores durante o período reprodutivo, Jaboticabal-SP.

<b>Maturadores (A)</b>	<b>Comprimento da parte aérea (mm)</b>
Ethyl-trinexapac	58 A
Glyphosate	45 E
Fluazifop-p-butyl	56 BC
Sulfometuron-methyl	63 A
Ethephon	53 CD
Testemunha	51 D
DMS	4,15
<b>Estádios (B)</b>	
Início dos órgãos de florescimento	51 B
Flores visíveis (ainda fechadas)	45 C
Flores abertas	72 A
Frutos	49 B
DMS	2,86
F(A)	39,48**
F(B)	233,33**
F(AxB)	12,24**
CV (%) parcelas	10,3
CV (%) subparcelas	9,95

Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. \*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Os resultados do comprimento da parte aérea (mm) da interação entre os fatores (tratamentos x estádios) estão contidos na Tabela 13.

Analisando cada tratamento dentro de cada estádio, pode ser observado que o ethyl-trinexapac, somente no 1º estádio (início dos órgãos de florescimento) diferiu da testemunha. Nesse estádio, foi o produto que promoveu o maior desenvolvimento da parte aérea, sendo o aumento de 23% em relação à testemunha.

O tratamento com glyphosate mostrou diferença da testemunha somente no 2º estádio (flores fechadas) e 3º estádio (flores abertas), onde apresentou o menor comprimento de parte aérea quando comparado aos demais tratamentos. A redução foi em média 24% nos dois estádios, respectivamente, em relação à testemunha (Tabela 13).

O tratamento com fluazifop-p-butyl e sulfometuron-methyl apresentaram comportamentos semelhantes no 1º estádio, 2º estádio e 3º estádio. A maior importância dos resultados desses dois maturadores está no 3º estádio, onde promoveram o maior comprimento da parte aérea em relação aos demais

tratamentos. Nesse estágio, o aumento provocado pelos maturadores foi de 31% em relação à testemunha. Nota-se também que para o sulfometuron-methyl, no 4º estágio, esse maturador apresentou o maior comprimento de parte aérea em relação aos demais tratamentos. Com relação aos efeitos do tratamento ethephon, estes foram semelhantes aos da testemunha, com destaque ao 1º estágio, onde mostrou 10% de redução no comprimento (Tabela 13).

Quanto a influência de cada produto nos estádios analisados, o comprimento da parte aérea para os maturadores ethyl-trinexapac foi mais prejudicado no 2º estágio e no 4º estágio. Quanto ao glyphosate o estágio que apresentou o menor comprimento foi no 2º estágio. Para os demais maturadores fluazifop-p-butyl, sulfometuron-methyl e ethephon o comprimento da parte aérea foi mais prejudicado no 1º estágio, 2º estágio e 4º estágio.

**Tabela 13.** Efeito da interação entre tratamentos e estádios reprodutivos sobre o comprimento da parte aérea (mm) de plântulas de *I. hederifolia*, Jaboticabal-SP.

Maturadores	Início dos órgãos de florescimento	Flores visíveis (fechadas)	Flores abertas	Frutos	F
	Comprimento da parte aérea (mm)				
Ethyl-trinexapac	59,8 Ab	47,7 Ac	72,9 Ba	47,7 BCc	39,98**
Glyphosate	48,6 BCa	34,8 Bb	49,5 Ca	44,9 BCa	12,46**
Fluazifop-p-butyl	49,7 BCb	48,5 Ab	82,1 Aa	43,1 Cb	86,77**
Sulfometuron-methyl	54,5 ABbc	49,3 Ac	89,9 Aa	57,8 Ab	93,05**
Ethephon	43,5 Cc	45,9 Abc	69,1 Ba	52,2 ABb	36,74**
Testemunha	48,5 BCb	45,7 Ab	65,6 Ba	45,6 BCb	25,54**
F	8,72**	7,71**	52,97**	8,25**	

Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam os tratamentos e letras minúsculas os estádios. \*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Os resultados do comprimento da raiz (mm) dos fatores principais estão descritas na Tabela 14.

Quanto ao efeito dos maturadores no comprimento de raiz, de um modo geral, somente o tratamento com glyphosate exibiu diferença em relação aos demais tratamentos, tanto com ou sem aplicação dos maturadores. Quanto a influência dos tratamentos nos estádios de florescimento, nota-se que os estádios que

apresentaram menor valor de comprimento de raiz foram o 1º estágio (início dos órgãos de florescimento) e 4º estágio (frutos).

**Tabela 14.** Comprimento da da raiz (mm) de plântulas de *I. hederifolia*, oriundas de plantas-mãe submetidas à aplicação de maturadores durante o período reprodutivo, Jaboticabal-SP.

<b>Maturadores (A)</b>	<b>Comprimento da raiz (mm)</b>
<b>Ethyl-trinexapac</b>	39 A
<b>Glyphosate</b>	13 B
<b>Fluazifop-p-butyl</b>	37 A
<b>Sulfometuron-methyl</b>	39 A
<b>Ethephon</b>	37 A
<b>Testemunha</b>	42 A
DMS	5,08
<b>Estádios (B)</b>	
<b>Início dos órgãos de florescimento</b>	38 A
<b>Flores visíveis (ainda fechadas)</b>	30 B
<b>Flores abertas</b>	40 A
<b>Frutos</b>	31 B
DMS	2,86
<b>F(A)</b>	79,68**
<b>F(B)</b>	42,99**
<b>F(AxB)</b>	13,86**
<b>CV (%) parcelas</b>	19,84
<b>CV (%) subparcelas</b>	15,67

Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. \*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Os resultados do comprimento da raiz (mm) da interação entre os fatores (tratamentos x estádios) estão contidos na Tabela 15.

O uso de ethyl-trinexapac provocou redução do comprimento da raiz no 1º estágio (início dos órgãos de florescimento) e no 4º estágio (frutos), sendo esta redução de 18% e 22%, respectivamente, em relação à testemunha. No 3º (flores abertas) estágio, apresentou uma resposta semelhante à testemunha, com resultado levemente inferior. Por outro lado, no 4º estágio, o resultado obtido foi diferente dos estádios citados anteriormente. O comprimento da raiz, nesse estágio, foi 67% maior que a testemunha. Quanto a influencia de ethyl-trinexapac nos estádios analisados, o comprimento da raiz foi menor no 2º estágio (flores fechadas) e no 4º estágio, assim como ocorreu com o comprimento da parte aérea (Tabela 15).

Para o tratamento com glyphosate, nota-se que em todos os estádios o comprimento de raiz foi menor para este tratamento que os demais. A redução no 1º estágio, 2º estágio, 3º estágio e 4º estágio foi de 68%, 10%, 80% e 87%, respectivamente, em relação à testemunha. Durante a avaliação do comprimento de raiz (3º e 4º estádios) foi observado que as plântulas que receberam aplicação de glyphosate não apresentaram desenvolvimento da raiz primária e não emitiram raízes secundárias (Tabela 15). Funguetto et al. (2004) estudando os efeitos causados pelo glyphosate nas plântulas de soja não geneticamente modificadas, encontraram resultados semelhantes, as plantas tiveram redução no sistema radicular devido a inibição do desenvolvimento da raiz primária e da emissão de raízes secundárias, sendo o hipocótilo proporcionalmente maior que a raiz primária, caracterizando anormalidade.

A limitação no comprimento das raízes poderia ser explicada pela diminuição na produção de IAA durante o desenvolvimento das plântulas. Como o movimento do glyphosate na planta ocorre através da via simplástica, as aplicações do produto em regiões-fonte (folhas maduras) possibilitam a translocação do herbicida para as regiões-dreno (de crescimento) no restante da planta, juntamente com os fotoassimilados (PETERSON et al., 1978 apud CASELEY; COUPLAND, 1985) com isso, o glyphosate seria translocado para as sementes em formação nas plantas-mãe e, ao acumular-se nas sementes poderia causar a inibição do hormônio IAA (auxina ácido indolilacético) durante o desenvolvimento das plântulas. O IAA, hormônio sintetizado nas regiões apicais da planta (raiz e caule), é uma substância relacionada à regulação do crescimento, derivada do aminoácido triptofano através de várias etapas e, também, independente do triptofano, tem como precursor o indol-3-glicerol fosfato, que por sua vez depende de corismato para sua formação. O glyphosate inibe tanto a síntese de corismato quanto de triptofano (YAMADA E CASTRO, 2007). Quanto a influencia de glyphosate nos estádios de florescimento, o estágio que apresentou menor valor de comprimento de raiz foi o 4º estágio (frutos).

Com relação a efeito de fluazifop-p-butyl no comprimento da raiz, dentro de cada estágio, verifica-se que no 1º estágio, 2º estágio e 3º estágio, houve um decréscimo de 39%, 16% e 18%, respectivamente, em relação à testemunha. Por outro lado, esse produto, assim como o ethyl-trinexapac no 2º estágio, promoveu um

aumento de 77% em relação à testemunha. Quanto a influencia de fluazifop-p-butyl nos estádios de florescimento, os estádios que apresentaram menor valor de comprimento de raiz foram o 1º estágio e 4º estágio (frutos).

Quanto aos resultados promovidos pelo tratamento com sulfometuron-methyl, no 1º estágio, não apresentaram diferença da testemunha. No 2º estágio, os dados de comprimento da raiz foram semelhantes aos obtidos pelo ethyl-trinexapac e fluazifop-p-butyl, sendo o aumento para o sulfometuron-methyl de 81% em relação à testemunha. Enquanto, no 3º e 4º estádios, o comprimento foi menor que a testemunha, com redução de 17% e 30%, respectivamente. Quanto a influencia de sulfometuron-methyl nos estádios de florescimento, o estágio que apresentou menor comprimento de raiz foi o 4º estágio (frutos).

Por ultimo, o uso ethephon apresentou, no 1º estágio, um acréscimo de 27% no comprimento da raiz em relação à testemunha, enquanto nos últimos estádios as respostas foram semelhantes a esta. Quanto a influencia de ethephon nos estádios de florescimento, o estágio que apresentou menor comprimento de raiz foi o 2º estágio.

**Tabela 15.** Efeito da interação entre tratamentos e estádios reprodutivos sobre o comprimento da raiz (mm) de plântulas de *I. hederifolia*, Jaboticabal-SP.

Maturadores	Início dos órgãos de florescimento	Flores visíveis (fechadas)	Flores abertas	Frutos	F
	Comprimento da raiz (mm)				
Ethyl-trinexapac	41,8 BCa	34,6 ABb	45,3 ABa	33,4 Bb	9,04**
Glyphosate	16,4 Eab	18,7 Da	10,3 Cbc	5,4 Cc	10,06**
Fluazifop-p-butyl	31,2 Db	36,7 ABab	43,0 Ba	35,1 ABb	6,70**
Sulfometuron-methyl	47,3 Aba	37,5 Ab	42,5 Bab	30,3 Bc	14,65**
Ethephon	37,3 CDb	28,9 BCc	46,4 ABa	36,3 ABb	14,31**
Testemunha	50,9 Aa	20,7 CDc	51,3 Aa	42,9 Ab	57,55**
<b>F</b>	37,39**	16,18**	52,90**	40,67**	

Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam os tratamentos e letras minúsculas os estádios. \*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Os resultados da massa seca da parte aérea (g) dos fatores principais estão descritas na Tabela 16.

Os resultados apresentados pelo peso de massa seca da parte aérea indicam que o tratamento com sulfometuron-methyl teve, em média, um menor acúmulo de

massa em relação aos demais tratamentos. Enquanto o glyphosate teve o maior acúmulo de massa. Quanto à comparação entre os estádios, verifica-se que o 4º estádio (frutos) mostrou, em média, menor massa seca de parte aérea.

**Tabela 16.** Massa seca da parte aérea (g) de plântulas de *I. hederifolia*, oriundas de plantas-mãe submetidas à aplicação de maturadores durante o período reprodutivo, Jaboticabal-SP.

<b>Maturadores (A)</b>	<b>Massa seca da parte aérea (g)</b>
Ethyl-trinexapac	0,10 B
Glyphosate	0,12 A
Fluazifop-p-butyl	0,10 B
Sulfometuron-methyl	0,08 C
Ethephon	0,11 AB
Testemunha	0,10 B
DMS	0,015
<b>Estádios (B)</b>	
Início dos órgãos de florescimento	0,13 A
Flores visíveis (ainda fechadas)	0,11 B
Flores abertas	0,10 B
Frutos	0,07 C
DMS	0,019
F(A)	17,11**
F(B)	59,99**
F(AxB)	8,93**
CV (%) parcelas	19,21
CV (%) subparcelas	21,28

Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. \*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Os resultados de massa seca da parte aérea (g) da interação entre os fatores (tratamentos x estádios) estão contidos na Tabela 17.

Analisando os tratamentos no 1º estádio, os tratamentos com ethyl-trinexapac, sulfometuron-methyl e ethephon apresentaram respostas semelhantes entre si e a testemunha, com acúmulo de massa levemente superior. Enquanto os tratamentos com glyphosate e fluazifop-pbutyl apresentaram os maiores valores de massa seca de parte aérea que os demais, sendo este acúmulo, em média, 58% maior que a testemunha (Tabela 17).

Os resultados de massa seca no 2º estádio (flores fechadas) mostram que o ethyl-trinexapac e glyphosate exibiram os maiores acúmulos de massa, em média,

65% a mais que a testemunha. Já, o acúmulo de massa com o uso de fluazifop-p-butyl foi similar ao da testemunha, com acúmulo levemente superior. Os demais tratamentos não diferiram da testemunha (Tabela 17).

No 3º estágio (flores abertas), para os tratamentos com ethyl-trinexapac, fluazifop-p-butyl e sulfometuron-methyl, diferente do que ocorreu nos estágios anteriores, esses maturadores apresentaram os menores valores de massa, sendo o acúmulo 51% inferior à testemunha. Enquanto os demais tratamentos não diferiram da testemunha. No quarto estágio, os tratamentos não mostraram diferenças entre si.

Quanto a influência de cada produto nos estágios analisados, a massa seca da parte aérea para os maturadores ethyl-trinexapac, glyphosate, fluazifop-p-butyl e sulfometuron-methyl foi menor no 1º estágio, 3º estágio e 4º estágio. Quanto ao ethephon os estágios em que a germinação foi mais lenta foi no 1º estágio e no 4º estágio (Tabela 17).

**Tabela 17.** Efeito da interação entre maturadores e estágios reprodutivos sobre a massa seca da parte aérea (g) de plântulas de *I. hederifolia*, Jaboticabal-SP.

Maturadores	Início dos órgãos de florescimento	Flores visíveis (fechadas)	Flores abertas	Frutos	F
Ethyl-trinexapac	0,07 BCc	0,17 Aa	0,07 Bc	0,12 Ab	35,73**
Glyphosate	0,10 Ab	0,16 ABa	0,11 Ab	0,12 Ab	8,29**
Fluazifop-p-butyl	0,09 ABbc	0,13 BCa	0,07 Bc	0,11 Ab	9,61**
Sulfometuron-methyl	0,04 Cc	0,12 Ca	0,08 Bb	0,09 Ab	15,43**
Ethephon	0,07 BCb	0,12 Ca	0,14 Aa	0,13 Ab	16,14**
Testemunha	0,06 Cc	0,10 Cb	0,15 Aa	0,12 Abc	19,46**
<b>F</b>	8,04**	10,57**	20,69**	3,42**	

Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam os tratamentos e letras minúsculas os estágios. \*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Os resultados da massa seca da parte aérea (g) dos fatores principais estão descritas na Tabela 16.

A comparação entre os tratamentos no acúmulo de massa seca de raiz mostra que o fluazifop-p-butyl, na média, apresentou o maior acúmulo de massa

seca. O acúmulo de massa pelo uso de fluazifop-p-butyl foi, em média, 67% maior que os tratamentos. Comparando os estádios entre si o 1º estágio (início dos órgãos de florescimento) e o 4º estágio (frutos) apresentaram os menores valores de massa seca de raiz.

**Tabela 18.** Massa seca da raiz (g) de plântulas de *I. hederifolia*, oriundas de plantas-mãe submetidas à aplicação de maturadores durante o período reprodutivo, Jaboticabal-SP.

<b>Maturadores (A)</b>	<b>Massa seca da raiz (g)</b>
Ethyl-trinexapac	0,03 B
Glyphosate	0,03 B
Fluazifop-p-butyl	0,05 A
Sulfometuron-methyl	0,03 B
Ethephon	0,03 B
Testemunha	0,03 B
DMS	0,008
<b>Estádios (B)</b>	
Início dos órgãos de florescimento	0,02 C
Flores visíveis (ainda fechadas)	0,06 A
Flores abertas	0,03 B
Frutos	0,02 C
DMS	0,006
F(A)	13,06**
F(B)	85,78**
F(AxB)	5,85**
CV (%) parcelas	33,95
CV (%) subparcelas	35,76

Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. \*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Os resultados de massa seca da raiz (g) da interação entre os fatores (tratamentos x estádios) estão contidos na Tabela 19.

O comportamento dos maturadores dentro de cada estágio mostra que, no 1º estágio (início dos órgãos de florescimento) o ethyl-trinexapac, fluazifop-p-butyl, sulfometuron-methyl e ethephon proporcionaram maior massa seca de raiz que a testemunha. Nota-se que o maior peso de massa seca foi promovido pelo fluazifop-p-butyl. Enquanto o glyphosate não diferiu da testemunha (Tabela 19).

No 2º estágio (flores fechadas), a aplicação dos maturadores promoveu resultado semelhante à testemunha. No entanto destaca-se a aplicação de

glyphosate e fluazifop-p-butyl que mostraram massa seca levemente superior e também, destaca-se o uso de sulfometuron-methyl que mostrou acúmulo levemente inferior. Analisando o 3º estágio (flores abertas) o tratamento com ethyl-trinexapac apresentou menor acúmulo de massa dentre os tratamentos, sendo este acúmulo 75% inferior à testemunha. Os tratamentos com glyphosate, sulfometuron-methyl e ethephon não diferiram entre si e foram semelhantes ao tratamento testemunha, com peso de massa seca levemente inferior. O tratamento com fluazifop-p-butyl, assim como no 1º estágio, foi o produto que apresentou maior peso de massa seca de raiz. No 4º estágio (frutos), bem como ocorreu com a massa seca da parte aérea, os tratamentos não diferiram entre si (Tabela 19).

A diferença entre os resultados de massa seca pode estar relacionada ao acúmulo dos maturadores nas sementes quando translocados com os fotoassimilados no processo de formação das sementes, também pode estar associado à má formação das sementes durante seu desenvolvimento na planta-mãe causando efeito negativo na qualidade das sementes. Também é importante ressaltar que a aplicação dos maturadores foi realizada quando os frutos ainda não estavam no estágio de maturidade fisiológica e, com isso, a translocação de fotoassimilados da planta para a semente não está praticamente cessada (CARVALHO E NAKAGAWA, 2012).

**Tabela 19.** Efeito da interação entre maturadores e estádios reprodutivos sobre a massa seca da raiz (g) de plântulas de *I. hederifolia*, Jaboticabal-SP.

Maturadores	Início dos órgãos de florescimento	Flores visíveis (fechadas)	Flores abertas	Frutos	F
Ethyl-trinexapac	0,03 Bb	0,06 ABa	0,01 Cb	0,03 Ab	19,00**
Glyphosate	0,01 Cc	0,07 Aa	0,02 BCb	0,01 Ac	40,40**
Fluazifop-p-butyl	0,05 Aa	0,07 Aa	0,05 Aa	0,02 Ab	20,80**
Sulfometuron-methyl	0,02 Bb	0,04 Ba	0,03 BCb	0,02 Ab	7,53**
Ethephon	0,03 Ba	0,05 ABa	0,02 BCb	0,02 Ab	12,80**
Testemunha	0,01 Cc	0,05 ABa	0,04ABab	0,02 Abc	14,51**
<b>F</b>	13,40**	4,34**	10,73**	1,59**	

Médias seguidas por diferentes letras diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam os tratamentos e letras minúsculas os estádios. \*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Os dados encontrados pela aplicação de maturadores no período reprodutivo indicam que esses maturadores podem afetar o desenvolvimento inicial de plântulas originadas de sementes de plantas-mãe e, dessa maneira, proporcionar menor capacidade de competição dessas plantas pelos recursos como luz, água e nutrientes com a cultura subsequente. Além disso, proporcionar redução na produção de frutos e sementes, bem como abscisão das estruturas reprodutivas, impedindo o reabastecimento do banco de sementes da planta daninha no solo.

Durante as avaliações foram observados sintomas de fitotoxicidade nas folhas das plantas tratadas com glyphosate e ethephon. As plantas que receberam aplicação de glyphosate tornaram-se cloróticas, em seguida os sintomas evoluíram para necrose. Já as plantas tratadas com ethephon apresentaram-se amareladas e ocorreu queda antecipada e acentuada das folhas. Esses efeitos decorrentes da aplicação dos dois maturadores podem diminuir a interferência da corda de viola e reduzir a capacidade reprodutiva dessas plantas e, conseqüentemente, auxiliar no controle da planta daninha na cultura da cana-de-açúcar. Além disso, vale ressaltar que, a redução na capacidade reprodutiva das plantas é uma ferramenta de extrema importância na redução do banco de sementes.

## 5 CONCLUSÕES

Os maturadores glyphosate (216 g e. a. ha<sup>-1</sup>) e ethephon (480 g i. a. ha<sup>-1</sup>) podem reduzir o ingresso de sementes de *Ipomoea hederifolia* ao solo.

Ethyl-trinexapac (1 L p.c. ha<sup>-1</sup>), glyphosate (0,6 L p.c. ha<sup>-1</sup>) e fluazifop-p-butyl (0,3 L p.c. ha<sup>-1</sup>) aplicados quando as plantas estiverem com as flores abertas reduzem a viabilidade das sementes.

A aplicação de glyphosate (216 g e. a. ha<sup>-1</sup>) durante a fase reprodutiva de *Ipomoea hederifolia* pode afetar o desenvolvimento das plântulas.

## 6 REFERÊNCIAS

AGRIANUAL 2012: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, 2012.

APG III: The Angiosperm Phylogeny Group. 2009. Disponível em: <<http://www.mobot.org/MOBOT/Research/APweb/>>. Acesso em: 26 set. 2012.

AZANIA, C. A. M.; HIRATA, A. C. S.; AZANIA, A. A. P. M. **Boletim Técnico**: Biologia e manejo químico de corda-de-viola em cana-de-açúcar. IAC, 2011 (Boletim Técnico IAC 209).

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.

BANGERTH, F. Abscission and thinning of young fruit and their regulation by plant hormones and bioregulators. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 31, p. 43-59, 2000.

BAUTISTA, A. D; VARGAS, G.; COLMENARES, J.C. Influencia del etefon sobre la brotación y fertilidad de tres cultivares de vid. **Agronomía Tropical**, Maracay v. 41, n. 5-6, p. 225-35, 1987.

BERVALD, C. M. P.; MENDES, C. R.; TIMM, F. C.; MORAES, D. M. M.; BARROS, A. C. S. A.; PESKE, S. T. Desempenho fisiológico de sementes de soja de cultivares convencional e transgênica submetidas ao glyphosate. *Revista Brasileira de Sementes, Pelotas*, v. 32, n. 2, p. 009-018, 2010.

BIANCHINI, R.S.; PIRANI, J. R. 1997. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Convolvulaceae. **Boletim Botânico**. Universidade de São Paulo, 16: 125-149.

BLEIHOLDER, H.; KIRFEL, H.; LANGELUDDEKE, P.; STAUSS, R. Codificação unificada dos estádios fenológicos de culturas e ervas daninhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 26(9): 1423-1429, set. 1991.

BRASIL. 2009. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV. 365p.

CAMILO, A. P. Reguladores de crescimento. In: EMRPESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO (Org.). **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2006. p.661-689.

CARMONA, R. Problemática e manejo de banco de sementes de invasoras em solos agrícolas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.10, n.1/2, p.5-16, 1992.

CARVALHO, N.M. DE; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. Ed. Jaboticabal; FUNEP, 2012, 590 p.

CASELEY, J.C.; COUPLAND, D. Environmental and plant factors affecting glyphosate uptake movement and acidity. In: Grossbard, E.; Atkinson, D. A. (Ed.). **The herbicide glyphosate**. London: Butterworths, 1985. p. 92-123.

CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001. p. 35-89.

CASTRO, P.R.C. Maturadores químicos em cana-de-açúcar. **Saccharum**, Piracicaba, v.1, n.4, p.12-16, 1999.

CORREIA, N.M.; DURIGAN, J.C. Emergência de plantas daninhas em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.1, p.11-17, 2004.

DAVIES. P. J. **Plant hormones physiology biochemistry and molecular biology**. 2. ed. Netherlands: Klumer Academic Publishes, 1995. 823 p.

FLECKS, N. G.; ANDRES, A. Efeitos de imidazolinonas e sulfoniluréias sobre a produção de sementes e emergência de plantulas de quinquilho. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 12, n. 2, 1994.

FUNGUETTO C. I.; TILLMANN, M. A. A.; VILLELA, f. A.; Luciana Bicca Dode, L. B. D. Detecção de sementes de soja geneticamente modificada tolerante ao herbicida glyphosate. **Revista brasileira de sementes**, Pelotas, v.26, n.1, 2004.

JAWORSKI, E.G. Mode of action of N-phosphonomethylglycine: inhibition of aromatic amino acid biosynthesis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 20, n. 6, p. 1195-1198, 1972.

JUDD, W.S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A. & STEVENS. P. F. Plant Systematics – A phylogenetic approach. **Sinauer Associates**, Inc. Plublishers. Sunderland, Massachusetts U.S.A. 1999. p 359-361.

KISSMANN, K. G; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Paulo: BASF, 1999. Tomo II. 617-978 p.

KORBAN, S.S. Influence of growth regulators on fruit plant growth and development. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 15., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Lavras: SBF, 1998. p 56-81.

KUVA, M.A.; PITELLI, R.A.; SALGADO, T.P.; ALVES, P.L.C.A. Banco de sementes de plantas daninhas e sua correlação com a flora estabelecida no agroecossistema cana-crua. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 735-744, 2008.

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**, Viçosa, v.25, n.3, p.501-511, 2007.

KUVA, M. A. **Banco de sementes, fluxo de emergência e fitossociologia de comunidade de plantas daninhas em agroecossistema de cana-crua**. 2006. 105 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. 2006.

LABONIA, V.D.S. **Alguns aspectos de germinação e emergência de cinco espécies de plantas daninhas convolvuláceas e suas suscetibilidades a herbicidas quando aplicados sobre palha de cana-de-açúcar**. 2008. 80 f. Dissertação (Mestrado na área de Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2008.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Organização dos Estados Americanos. Programa Regional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Série de Biologia. Monografia 24, 1983. 174p.

LEITE, G. P. H.; CRUSCIOL, C. A. C.; LIMA, G. P. P. L.; SILVA, M. de A. Reguladores Vegetais e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar em meio de safra. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1843- 1850, 2008.

LOONEY, N. E. Hormones and horticulture. **Hortscience**, Alexandria, v. 32, n. 6, p.1014-1018, 1997.

LORENZI, H. **Plantas Daninhas do Brasil: Terrestres, Aquáticas, Parasitas e Tóxicas**. Instituto Plantarum. Nova Odessa, SP, 4ª ed. 2008. 672p.

LYDON, J.; DUKE, S.O. Pesticide effects on secondary metabolism of higher plants. **Pesticide Science**, London, v. 25, n.4, p. 361-373, 1989.

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.

MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

MARIN, F. R. Crop management –cases and tools for higher yield and Sustainability. Disponível em: < [www.intechopen.com](http://www.intechopen.com)> Acesso em: 15. out. 2012.

MESCHEDE, D. K.; VELINI, E. D; CARBONARI, C. A. Baixas doses de glyphosate e seus efeitos no crescimento de *Commelina benghalensis*. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Umuarama, v.7, n.2, p.53-58, 2008.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Brasil projeções do agronegócio 2011/2012 a 2021/2022**. Disponível em:< [www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/Projecoes%20do%20Agronegocio%20Brasil%202011-20012%20a%202021-2022%20-%20Sintese\(2\).pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/Projecoes%20do%20Agronegocio%20Brasil%202011-20012%20a%202021-2022%20-%20Sintese(2).pdf)>. Acesso em: 13 fev. 2014.

MORISONO, C.; PEREIRA, A. M.; KAWAGUCHI, I.T.; ALVES, P. L. C. A. Efeito da aplicação pós-tardia de herbicidas sobre o potencial reprodutivo de *Nicandra pysaloides*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 1995, Florianópolis, **resumo...** p. 382-384.

NEVES, R.; FLECK, N. G.; SILVEIRA, C. A.; COSTA, L. N. Ação de herbicidas sistêmicos não-seletivos sobre a progénie de soja quando aplicados durante a fase reprodutiva das plantas-mãe. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n. 3, 1998.

OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba, PR: Omnipax, 2011. 348 p.

OLIVEIRA, A. C. S; MARTINS, G. N; SILVA, R. F; VIEIRA, H. D; Teste de Vigor em sementes baseados no desempenho de plântulas. **Inter Science Place**, v. 2, n. 4, 2009.

PETERSON, C.A.; DE WILDT, P.P.O.; EDGINGTON, C.V. A rationale for the ambimobile translocation of the nematocide oxamyl in plants. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 8, n.1, p. 1-9, 1978.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia vegetal**. 6. ed. Rio de Janeiro:Guanabara Koogan, 2001. 872p.

RODRIGUES, J. D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Universidade Estadual Paulista Instituto de Biociências Campus Botucatu. 1995. 58 p.

SHANER, D. L.; ANDERSON, P. C.; STIDHAM, M. A. Imidazolinones: Potent inhibitors of acetohydroxyacid synthase. **Plant Physiology**, Lancaster, v.76, n. 2, p.545-546, 1984.

SIMÃO-BIANCHINI, R. 1998. ***Ipomoea L. (convolvulaceae) no Sudeste do Brasil***. 1998. 463 f. Tese (Doutorado em Botânica)- Instituto de Biociencias. Universidade de São Paulo. 1998.

SILVA, I. A. B.; KUVA, M. A.; ALVES, P. L. C. A.; SALGADO, T. P. Interferência de uma comunidade de plantas daninhas com predominância de *Ipomoea hederifolia* na cana-soca. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 265-272, 2009.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TAYLORSON, R.B. Control of seed production in three annual grasses by dimethylarsinic acid. **Weeds**, Champaign, v.14, n.3, p.207-210, 1966.

TOMLIN, C. *The pesticide manual*. (10th. Edition), **Blackwell Scientific Publications**, Cambridge. 1994.451p.

TREZZI, M. M.; KRUSE, N. D.; VIDAL, R. A. Inibidores de EPSPS. In: VIDAL, R.A.; MEROTTO JUNIOR, A. (Ed.). **Herbicidologia**. Porto Alegre: Evangraf, 2001. p. 37-45.

VIANA, R. S.; SILVA, P. H.; MUTTON, M. A.; MUTTON, M. J. R.; GUIMARÃES, E. R.; BENTO, M. Efeito da aplicação de maturadores químicos na cultura da cana de açúcar (*Saccharum spp.*) variedade SP81-3250. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, p. 65-71, 2008.

VIEIRA, E. L.; SOUZA, G. S.; SANTOS, A. R.; SILVA, J. S. **Manual de Fisiologia Vegetal**. São Luis: EDUFMA, 2010. 230 p.

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.

ZHANG, J.; HAMILL, A. S.; GARDINER, I. O.; WEAVER, S. E. Dependence of weed flora on the active soil seedbank. **Weed Research**, Oxford v. 38, n. 1, p. 143-152, 1998.

YAMADA, T.; CASTRO, P.R.C. Efeitos do glyphosate nas plantas: implicações fisiológicas e agrônômicas. **International plant nutrition institute**. Piracicaba: Informações Agrônômicas, 2007. 24p. (Boletim Técnico 119).