

**UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
CAMPUS DE BOTUCATU  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS**

**EFEITOS DA APLICAÇÃO DE ÁCIDO GIBERÉLICO NA  
SUSCEPTIBILIDADE DE *Cyperus rotundus* L. AO GLIFOSATO.**

**THAIS BALBÃO CLEMENTE**

**Dissertação apresentada ao  
Instituto de Biociências, Campus  
de Botucatu, UNESP, para  
obtenção do Título de Mestre em  
Ciências Biológicas (Botânica),  
AC: Fisiologia Vegetal.**

**Botucatu – SP**

**- 2009 –**

**UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
CAMPUS DE BOTUCATU  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS**

**EFEITOS DA APLICAÇÃO DE ÁCIDO GIBERÉLICO NA  
SUSCEPTIBILIDADE DE *Cyperus rotundus* L. AO GLIFOSATO.**

**THAIS BALBÃO CLEMENTE**

**ORIENTADOR: PROF. DR. JOÃO DOMINGOS RODRIGUES**

**Dissertação apresentada ao  
Instituto de Biociências, Campus  
de Botucatu, UNESP, para  
obtenção do Título de Mestre em  
Ciências Biológicas (Botânica),  
AC: Fisiologia Vegetal.**

**Botucatu – SP**

**- 2009 -**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE  
AQUISIÇÃO E TRATAMENTO

DA INFORMAÇÃO

DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE  
BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: SELMA MARIA DE JESUS

Clemente, Thaís Balbão.

**EFEITOS DA APLICAÇÃO DE ÁCIDO GIBERÉLICO , NA  
SUSCETIBILIDADE DE *Cyperus rotundus* L. AO GLIFOSATO.**

Efeitos da Aplicação de ácido giberélico, na suscetibilidade de *Cyperus rotundus* L.ao Glifosato. Thaís Balbão Clemente. – 2009.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 2009.

Orientador: João Domingos Rodrigues

1. Fisiologia vegetal

CDD 581.1

Palavras-chave: *Cyperus rotundus*, Tiririca, ácido giberélico, glifosato

## **AGRADECIMENTO**

Gostaria de agradecer ao Prof. Dr. João Domingos, orientador, pela paciência e compreensão e ensinamentos, a Prof. Dra Elizabeth Orika Ono, que sempre estava presente e disposta a ajudar.

Gostaria muito de agradecer a Angélica Pitelli, pela atenção, dedicação e ajuda no mestrado.

Gostaria de agradecer à Ouro Fino e toda a minha equipe de trabalho, pelo incentivo e compreensão para a realização das disciplinas e do trabalho, em especial ao Norival Bonamichi e ao Marcos Bonamichi que sempre me apoiaram.

Gostaria muito de agradecer ao Prof. Dr. Robinson Antonio Pitelli, pela atenção, dedicação e apoio para realização do trabalho, pois se não fosse ele não teria conseguido fazer o mestrado, e a toda sua equipe do NEPEAM – Jaboticabal pela ajuda na condução do trabalho em especial ao Ronaldo e a equipe do NEPEAM.

E a todos aqueles que, direta e indiretamente, auxiliaram neste trabalho.

Gostaria de agradecer a Deus, por tudo!

Aos meus Pais, Márcia e Ivo

Aos meus irmãos Thácia e Ivo Junior.

Ao Eduardo, futuro marido, pelo carinho, atenção e paciência.

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>15</b>
2.1. <i>Cyperus rotundus</i> .....	15
2.2 Controle químico de <i>Cyperus rotundus</i> .....	17
2.3. Glifosato .....	18
2.4 Controle hormonal do desenvolvimento de <i>Cyperus rotundus</i> .....	19
2.5. Ácido giberélico (GA <sub>3</sub> ) .....	21
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
3.1. Material vegetal .....	23
3.2. Delineamento experimental e tratamentos avaliados .....	23
3.3. Avaliações.....	24
3.3.1. Durante o período de aplicação do GA <sub>3</sub> : .....	24
3.3.2. Aos 7, 14, 21, 18 e 35 dias após a aplicação do glifosato: .....	24
3.3.4. Aos 35 dias após a aplicação do glifosato: .....	24
3.5. Análise estatística.....	25
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>26</b>
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>38</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>39</b>

CLEMENTE, T.B. **EFEITOS DA APLICAÇÃO DE ÁCIDO GIBERÉLICO , NA SUSCETIBILIDADE DE *Cyperus rotundus* L. AO GLIFOSATO.** 2009. DISSERTAÇÃO (MESTRADO)- Instituto de Biociências, UNESP- Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

**Resumo**-A tiririca é considerada como uma das mais importantes plantas daninhas terrestres do mundo pela sua distribuição pan-tropical e os prejuízos que causa a inúmeros cultivos agrícolas. O controle desta planta sempre foi um desafio, especialmente pelo seu peculiar sistema reprodutivo que torna difícil a erradicação, inclusive de apenas uma planta. O desenvolvimento das plantas de tiririca tem um forte controle hormonal, sendo possível que aplicações exógenas de fitoregulador possam alterá-lo e facilitar o controle por herbicidas que atuam sobre a planta. Assim, este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos da aplicação do ácido giberélico 1000 ppm sobre o controle proporcionado pelo glifosato nesta planta daninha. Como variáveis foram utilizadas sete épocas de aplicação do ácido giberélico (28, 21, 14, 7 e 0 dias antes da aplicação do glifosato e 1 e 2 dias depois da aplicação do glifosato) e duas doses do herbicida (0,96 e 1,92 kg há<sup>-1</sup>). Este grupo de tratamentos foi arranjado em esquema fatorial. Ainda houve dois tratamentos adicionais em que as duas doses de glifosato foram aplicadas em plantas não submetidas à aplicação do fitoregulador.

As plantas foram cultivadas em vasos de cinco litros preenchidos com substrato PlantMax® enriquecidos com 200 ppm de N, 300 ppm de P e 150 ppm de K. Como propágulos foram plantados três manifestações epígeas com 2-5 folhas por vaso. O fitoregulador foi aplicado até o escorrimento e o herbicida foi aplicado com pulverizador costal a pressão de CO<sub>2</sub> (25 p.s.i.) munido de bico leque e consumo de calda de 200 L há<sup>-1</sup>. As avaliações de controle foram realizadas aos 7, 14, 21 e 35 dias depois da aplicação do glifosato. Nas condições em que foi conduzido o presente trabalho de pesquisa foi possível concluir que a aplicação do ácido giberélico em plantas de *Cyperus rotundus* em crescimento promoveu e altura de manifestações epígeas; incrementou o controle final de *Cyperus rotundus* com o herbicida glifosato independente da época de aplicação, principalmente por prevenir a rebrota das plantas; mas não afetou o número, biomassa e viabilidade dos tubérculos remanescentes ao

controle. A época de aplicação do ácido giberélico em relação à época de aplicação do glifosato influenciou a velocidade de desenvolvimento dos sintomas, mas não a eficácia final de controle;

**Palavras-chave:** Giberelina, controle químico, glifosato, tiririca.

CLEMENTE, T.B. Effects of Giberellic acid spraying on *Cyperus rotundus* and susceptible on glyphosate control. 2009. DISSERTAÇÃO (MESTRADO)- Instituto de Biociências, UNESP- Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

**SUMMARY-** Yellow nutsedge (*Cyperus rotundus*) is considered as one of the most important weeds due to its wide pan-tropical geographic distribution and the number of crops in which promotes serious losses. The yellow nutsedge control always were one the most challenger tasks for agronomists due to its peculiar reproductive systems making impossible its eradication even to a single plant. The *C. rotundus* development has strong hormonal control and it is possible that exogenous applications of these substances can promotes changes in this process, making the control easier. So, this research was carried out aiming to evaluate the effects exogenous application of gibberellic acid (1000 ppm) on the yellow nutsedge control by the glyphosate. So, part of treatments received gibberellic acid spraying at 28, 21, 14, 7, 0 days before the glyphosate (0,96 and 1.92 kg/ha) spraying and 1 and 2 after the herbicide application. There were two additional treatments with the two glyphosate doses without gibberellic acid application. The yellow nutsedge grew in 5-L pots filled with Plantmax® substrate amended with 200 ppm of N, 300 ppm of P and 150 ppm of K. Each pot received three yellow nutsedge shoots (2-5 leaves). The gibberellic acid was sprayed until the run-off and the herbicide was applied with a CO<sub>2</sub> sprayer, 25 p.s.i. of pressure and consumption of 200 L/ha of solution. The control evaluation were done at 7, 14, 21 e 35 days after the glyphosate application. . Under the experimental condition, the gibberellic acid promoted the shoot number and height, increased the final control promoted by the glyphosate, mainly due to the prevention of the plant re-growth but did not influenced the number, biomass and viability of the tubers in the pots treated with glyphosate. The time of gibberellic acid application only influenced the speed of the symptoms development, but did not affected the final control of yellow nutsedge.

**Key words:** Yellow nutsedge, *Gibberellin*, control and Glyphosate.

## 1. INTRODUÇÃO

A população mundial cresce continuamente e juntamente com o incremento da renda das famílias e o crescimento econômico global provocam crescente aumento na demanda de alimentos, fibras e combustíveis renováveis. Com isso, há urgente necessidade da criação de estratégias para atender a essa demanda de produtos agrícolas com o mínimo impacto ambiental possível. Para tanto, as reduções dos efeitos de fatores limitantes ao crescimento e desenvolvimento das plantas cultivadas é fundamental e uma das principais causas das reduções na produtividade de culturas agrícolas é a interferência das plantas daninhas.

As plantas daninhas apresentam mecanismos eficazes de sobrevivência e com isso, conseguem colonizar eficientemente os agroecossistemas, competindo com as plantas cultivadas pelos recursos de crescimento como água, nutrientes, luz e espaço, liberando substâncias com propriedades alelopáticas, hospedando pragas e moléstias e interferindo nas eficiências das práticas culturais e colheita. Como resultados promovem reduções na produtividade, qualidade e custo dos produtos agrícolas. Por este motivo, a necessidade de controle é imperiosa na grande maioria das situações enfrentadas pelo produtor agrícola.

O controle químico é o método de controle mais utilizado, pois os herbicidas, isolados ou em combinações, são eficazes no controle de grande espectro de plantas daninhas, são de fácil aplicação e baixo custo em relação aos outros métodos de controle. No entanto, há plantas daninhas de difícil controle pelos herbicidas, como é o caso da tiririca (*Cyperus rotundus* L.). A dificuldade de controle desta planta reside na sua facilidade de recuperação após a fito-intoxicação provocada pelo herbicida.

A facilidade de recuperação da planta de tiririca é decorrente da estrutura da planta e de sua eficiente estratégia de sobrevivência por meio de tubérculos, rizomas, bulbos basais e sementes. Sua estrutura reprodutiva predominante é o tubérculo, o qual apresenta, em média, de seis a oito gemas. Quando isolado, há o brotamento de uma ou duas gemas, permanecendo as outras em dormência. No brotamento do tubérculo, há a emissão de um rizoma que cresce paralelamente à superfície da terra por um determinado espaço e depois, pode dirigir-se à superfície ou aprofundar-se no solo. Os que dirigem à superfície, ao entrar em contato com a luz, diferenciam-se em bulbo basal, o qual emite o tufo de folhas, formando uma manifestação epígea. Os que aprofundam no solo, formam tubérculos e permanecem como estruturas de

sobrevivência. Este processo é repetido várias vezes, formando uma extensa e densa rede de tubérculos, rizomas e manifestações epígeas. Assim, dentro dos tubérculos que brotaram há uma reserva de gemas que poderão gerar novos rizomas e também, há os novos tubérculos formados dos rizomas emitidos originalmente. Os herbicidas podem ser absorvidos pela parte aérea ou pelos tubérculos localizados superficialmente, mas são diluídos nesta complexa estrutura da tiririca e apenas provocam expressiva fitointoxicação numa pequena porcentagem da planta. As partes pouco atingidas pelo herbicida e as partes não atingidas brotam rapidamente e a planta continua seu processo de colonização do agroecossistema. Por isso, a eficiência de controle é frágil.

Vários trabalhos têm mostrado que o brotamento do tubérculo, crescimento e diferenciação dos rizomas são processos controlados por hormônios e que a aplicação exógena de fitorreguladores pode conduzir este processo à produção de maior exposição de estruturas mais suscetíveis à ação dos herbicidas e, com isso, aumentar a eficiência de controle.

**Assim, o objetivo** deste trabalho foi avaliar o papel do regulador vegetal, do ácido gibberélico ( $GA_3$ ) na tuberização, brotação e crescimento das plantas de tiririca e o impacto da aplicação desse regulador no controle desta planta daninha com o herbicida glifosato.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. *Cyperus rotundus*

A família Cyperaceae engloba aproximadamente 3.000 espécies das quais 220 são infestantes de agroecossistemas (BENDIXEN e NANDIHALLI, 1987). Apenas o gênero *Cyperus* possui 1260 espécies e, dentre elas, a tiririca (*Cyperus rotundus* L.), a qual é considerada a pior planta daninha terrestre do mundo, pois interfere na produção agrícola em mais de 92 países (HOLM et al., 1977) é considerada uma das espécies vegetais com maior área de distribuição geográfica do mundo. Está presente em todos os países de clima tropical e subtropical e em muitos países de clima temperado.

A planta de tiririca constitui-se basicamente de manifestações epígeas (parte aérea), formadas por um conjunto de folhas dispostas em roseta e inflorescência central do tipo umbela e de um complexo sistema subterrâneo, constituído por raízes, tubérculos e bulbos basais, interligados por rizomas (HAZARD e PALU, 1986). Por meio de crescimento dos rizomas a planta se propaga vegetativamente em todas as direções. Na maioria das vezes os rizomas crescem horizontalmente à superfície do solo, por certa distância e depois podem dirigir-se para a superfície ou aprofundar-se no solo. Os que se dirigem para a superfície desenvolvem o bulbo basal, do qual se desenvolve a manifestação epígea. Os rizomas que se aprofundam no solo originam os tubérculos (WILLS, 1987).

Muitas culturas de importância econômica são afetadas pela presença da tiririca como o milho, o feijão, o algodão e a cana-de-açúcar. Certamente é na cana-de-açúcar que mais se reflete o problema, segundo Lorenzi (s/d), apud por Kissmann (1997) e Holm et al. (1977). No Brasil, cerca de um milhão de hectares de cana-de-açúcar estão infestados pela tiririca, sendo que apenas um terço apresenta alta infestação, com mais de 500 manifestações epígeas por m<sup>2</sup> (ARÉVALO, 1996).

A tiririca é uma planta perene, com reprodução por sementes proporcionalmente pouco significativa, pois menos de 5% das sementes formadas são viáveis. A principal multiplicação é por tubérculos e bulbos subterrâneos. A fotossíntese é efetuada pelo ciclo C4, altamente eficiente em regiões quentes.

Na maioria das vezes os rizomas crescem horizontalmente à superfície do solo, por certa distância e depois podem dirigir-se para a superfície ou aprofundar-se no solo. Os que se dirigem para a superfície desenvolvem o bulbo basal, do qual se

desenvolve as manifestações epígeas. Os rizomas que se aprofundam no solo originam os tubérculos (WILLS, 1987).

A formação do tubérculo ocorre e pelo intumescimento da ponta do rizoma, na região meristemática e quando um tubérculo amadurece os entrenós param de alongar-se. As gemas do tubérculo permanecem dormentes e durante este período, as células do parênquima aumentam em diâmetro e acumulam amido. O bulbo basal é formado pelo mesmo mecanismo descrito para o tubérculo, diferenciando-se apenas pelo fato de que o primórdio foliar pode emergir para a superfície e ser acompanhado de novas folhas. As células do parênquima também acumulam amido e uma parte ramifica-se produzindo novos rizomas e manifestações epígeas (WILLS, 1987).

Assim, os rizomas podem produzir dois tipos de estrutura: os tubérculos e os bulbos basais. Estes últimos dão origem a uma manifestação epígea. Este ciclo é repetido várias vezes e, após algumas semanas, um complexo sistema interconectado de manifestações epígeas, raízes, bulbos e tubérculos é formado com eficácia, ocupando a camada arável do solo (WILLS, 1987).

Quando os rizomas são rompidos ou quando ocorre movimentação do solo causando corte nos rizomas, as gemas adicionais são estimuladas, causando alastramento da invasora. A maioria das hipertrofias que são responsáveis pela formação dos tubérculos encontra-se a menos de 15 cm de profundidade, mas algumas podem ser encontradas até 30 ou 40 cm. Num hectare altamente infestado podem ser encontradas dezenas de milhões de hipertrofias, sendo comum ocorrerem de 2.000 a 4.000 emergências por metro quadrado (KISSMANN, 1997).

Os tubérculos permanecem dormentes no solo por extensos períodos e germinam quando as condições do meio forem apropriadas (STOLLER e SWEET, 1987). A tiririca possui dois tipos de dormência decorrentes da dominância apical, dentro de tubérculos individuais e ao longo da cadeia de tubérculos. Apenas os tubérculos da ponta de uma cadeia e a gema apical do tubérculo brotam. Os tubérculos brotam em 5 a 12 dias (HOROWITZ, 1972; LABRADA et al., 1985), em novos tubérculos são produzidos entre 16 e 28 dias, amadurecendo em 12 dias (HAMMERTON, 1974 ; LABRADA et al., 1985).

A partir do brotamento do tubérculo, o crescimento da tiririca, na primeira semana, consiste principalmente do alongamento das raízes e da emergência da parte aérea. Em seguida ocorre a emissão de rizomas e, logo após, suas diferenciações em tubérculos e manifestações epígeas. Duas a quatro semanas após a emergência, o

número de manifestações epígeas e bulbos aumentam de 5 a 8 vezes (HAUSER, 1962). Em condições do Panamá, Hammerton (1975) observou em populações de tiririca já estabelecida, que as infestações podem produzir uma taxa de dois milhões de tubérculos / ha / semana, nos primeiros 20 cm do solo. Após 12 semanas do crescimento da tiririca, o peso dos tubérculos é vinte vezes maior do que o peso da parte aérea, considerando a matéria fresca. Labrada et al. (1985) observaram que um mês após o plantio, um tubérculo pode produzir 58 manifestações epígeas e 63 novos tubérculos e, em dois meses, estes números duplicaram. No Brasil, com umidade e temperaturas elevadas, os tubérculos se multiplicam rapidamente, podendo chegar a uma razão de 1:10 em 60 dias (MAGALHÃES, 1965) ou, até mesmo, em 30 dias (PLANALSUCAR, 1979).

As outras gemas assumem o crescimento apenas quando a parte aérea morre ou severamente lesionada. A dominância apical da cadeia pode ser quebrada por inversão da cadeia horizontal ou pelo rompimento do rizoma (ALVARADO e BENDIXEN, 1980).

O vigor vegetativo e o rápido desenvolvimento da tiririca proporcionam um acúmulo total de matéria fresca em torno de 30 t/ha em regiões úmidas; 12t/ha em regiões mais secas e 7 t/ha onde a umidade é excessiva (ROCHECOUST, 1956). O poder de multiplicação e de crescimento desta planta daninha é muito elevado, prejudicando seu controle em programas longo prazo (HOLM et al, 1991).

## **2.2 Controle químico de *Cyperus rotundus***

A competição entre plantas invasoras e a cultura é um dos principais problemas da agricultura. Além de reduzir a produção, as plantas daninhas também afetam a qualidade do produto, aumentam o custo de operações como colheita, secagem e limpeza e podem aumentar infestações por praga e doenças (LANGBECK, et AL;2004).Para minimizar estes prejuízos é realizado o controle artificial destas plantas. Atualmente, o controle químico tem se mostrado o método mais eficiente.

Em se tratando especificamente do controle químico da tiririca (*Cyperus rotundus*) muitos herbicidas têm sido testados. Para a maioria deles, entretanto, os resultados tem-se mostrado insatisfatórios ou no máximo parcialmente bons. As interações herbicida-planta-ambiente são dinâmicas, complexas e difíceis de serem modificadas na prática (DURIGAN, 1991).

Esta planta, por apresentar um rápido período de crescimento, propagação vegetativa eficiente, e acentuando processo de dormência, ainda não pode ser controlada satisfatoriamente com emprego de métodos químicos isoladamente. A ação localizada ou sistêmica dos herbicidas é substancialmente influenciada pelas características anato-morfo-fisiológicas das plantas, tais como a orientação das folhas, espessura da cutícula e o transporte de assimilados que podem alterar a interceptação, retenção, absorção e translocação das moléculas para os sítios de ação.

O decréscimo na produção e na brotação dos tubérculos é o mais importante efeito do herbicida quando se considera o manejo desta espécie por um período maior (DURIGAN et al., 2004).

A formação da parte aérea com folhas desenvolvidas em quantidade suficiente para promover a retenção e a absorção satisfatórias, aliadas à fase de máximo crescimento vegetativo, parecem ser requisitos básicos para o sucesso do controle proporcionado pelos herbicidas sistêmicos (PEREIRA & CRABTREE, 1985).

De acordo com PARKER & DEAN (1972) para fins de controle químico, a emissão de brotamento múltiplo nos tubérculos pode levar a três caminhos de melhoria da atuação dos herbicidas:

- (i) as gemas ativas são pontos onde os herbicidas se translocam mais facilmente, sendo mortas com maior facilidade que as dormentes;
- (ii) o brotamento extra pode esgotar as reservas dos tubérculos e diminuir a capacidade regenerativa da planta após a aplicação de um herbicida e
- (iii) as manifestações epigêas extras podem fornecer grande incremento na área foliar para a maior absorção e translocação do herbicida.

### **2.3. Glifosato**

O glifosato é um herbicida não seletivo, de ação sistêmica, usado no controle de plantas daninhas anuais e perenes, aparentemente, não tem atividade residual no solo (RODRIGUES e ALMEIDA, 1998). O herbicida é utilizado nas culturas para manejo da vegetação antes do plantio da cultura, principalmente nas áreas de plantio direto.

O herbicida glifosato é derivado de aminoácidos, tem como mecanismo de ação a inibição da enol-piruvil-shikimato-fosfato sintetase (EPSPs), enzima responsável por uma das etapas de síntese dos aminoácidos aromáticos como triptofano, fenilalanina e tirosina. Uma das consequências é a elevação dos níveis de amônia fitotóxica, bem

como de glutamina e glutamato e não ocorre síntese dos aminoácidos fenilalanina, tirosina e triptofano e de compostos secundários como algumas vitaminas e hormônios (CRISTOFFOLETI et al., 2001; KISMANN, 2003a).

O herbicida glifosato tem uma comprovada eficácia no controle da tiririca, pois é translocado dentro da planta e mata as manifestações epígeas e controlando um segmento da cadeia de tubérculos (FERNANDES, 1972). Em função disto, é o herbicida que proporciona as maiores reduções na rebrota após determinado período de tempo (KEELEY et al., 1986).

Um estudo realizado por Arévalo et al. (1984) mostrou que glifosate aplicado isolado nas doses de 720, 1440 e 2160 g .ha<sup>-1</sup>, promoveu o controle de *C. rotundus* aos 30 DAA, apresentando tendência de ser mais eficaz, conforme o aumento da dose (ARÉVALO et al., 1995).

Dolli e Piedrahita (1982) observaram que quando o glifosate foi aplicado na dose de 1 kg/ha do ingrediente ativo, a translocação de quantidades fitotxicamente ativas de glifosato para os tubérculos foi constatada após 72 horas, enquanto que apenas 36 horas foram suficientes quando se duplicou a dose, podendo-se inferir numa estreita relação de dependência entre a rapidez de absorção e o número de tubérculos mortos na cadeia, com a dose aplicada (DOLLI e PIEDRAHITA, 1982).

A ação tão eficaz do glifosato se deve à combinação de vários eventos a nível molecular, especialmente a não formação de aminoácidos aromáticos essenciais, com profundas limitações na síntese de proteínas (RUBIN et al., 1984).

## **2.4 Controle hormonal do desenvolvimento de *Cyperus rotundus***

O processo de dominância apical na tiririca aparentemente apresenta controle hormonal e é passível de manejo para facilitar o controle desta planta daninha (ALVARADO & BENDIXEN, 1980). Quando a cadeia de tubérculos é parcialmente rompida, existe uma porcentagem de tubérculos que permanecem dormentes constituindo sérios entraves no controle das *Cyperaceae*.

Ueki (1969), citado por Teo et al. (1973), observou que a lavagem dos tubérculos de tiririca durante determinado tempo proporcionava redução da porcentagem de dormência, o que considerou como evidência do caráter hidrossolúvel do inibidor ou dos inibidores de brotação. Teo et al. (1974) sugerem que os tubérculos

dormentes sejam deficientes em citocininas (promotores de brotação) enquanto que o ácido indol acético (IAA) e o ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) encontraram-se em concentrações adequadas.

Parker e Dean (1972) observaram que a aplicação da benziladenina (BA), uma citocinina exógena, promoveu o brotamento de gemas dormentes dos tubérculos de *C. rotundus*. Este efeito também foi observado por Teo et al. (1973) que classificaram o crescimento de plantas tratadas como tipo “tufo”, pelo aspecto geral da planta após o brotamento múltiplo das gemas por tubérculo. Os mesmos autores observaram que imergindo tubérculos de *C. rotundus* numa solução com 100mgL<sup>-1</sup> da benziladenina havia brotação imediata de cerca de 80% das gemas dos tubérculos. Este efeito também foi observado para cinetina (PARKER e DEAN, 1972).

Teo et al. (1973) sugerem que a BA atua nos processos de divisão e alongamento celular e de mobilização de reservas e que tais processos que promovem a brotação da tiririca. Teo et al. (1974) observaram que a benziladenina reverteu o efeito inibidor de brotação promovido pelo ácido abscísico (ABA). Chetran e Bendixen (1974) observaram que tubérculos tratados com BA brotaram no escuro, o que não ocorria sem a aplicação do fitorregulador.

Os efeitos do GA têm sido bastante estudados em *C. rotundus* e *C. esculentus*. De acordo com Khan (1971), citado por Alvaro & Bendixen (1980), o GA apenas estimula a brotação de tubérculos de *C. esculentus* que não estão em completa dormência fisiológica. Este fitorregulador é requerido para o desenvolvimento posterior de gemas que já foram induzidas a brotar. Estudos observaram que o GA atua intensificando a dormência dos tubérculos de *C. rotundus* (PARKER e DEAN, 1972; BETRIA e MONTALDI, 1976; NÓBREGA FILHO, 1981; VELINI et al., 1983). Outro efeito bastante interessante do GA sobre *C. rotundus* e *C. esculentus* é o retardamento da diferenciação dos rizomas, em tubérculos ou bulbos basais conforme observaram Bendixen (1970) e Carg et al. (1967) em *C. esculentus* e Parker e Dean (1972) e Velini et al. (1983) em *C. rotundus*.

O GA promove respostas tropísticas em *C. esculentus*, e em *C. rotundus* conduzindo os rizomas para fora do solo quando ocorre o início da formação de bulbos basais e, posteriormente, das manifestações epígeas (VELINI et al., 1983; CHETRAN e BENDIXEN, 1974). Bendixen (1970) observou que baixas temperaturas e fotoperíodos longos inibiam os efeitos do GA sobre a orientação dos tubérculos de *C. esculentus* para fora da superfície do solo. Chetran e Bendixen (1974) verificaram que com a aplicação

de cinetina em sequência ao GA este efeito é menos pronunciado, ocorrendo certa porcentagem de diferenciação do bulbo basal antes que o rizoma aflorasse à superfície do solo.

Outro efeito bastante evidente do GA é o aumento considerável no comprimento das manifestações epigeas (TEO et al., 1973; VELINI et al., 1983; NOBREGA FILHO, 1981; MACHADO, 1998) sem alterar o acúmulo de matéria seca, sugerindo estiolamento (NOBREGA FILHO, 1981; MACHADO, 1998).

Parker e Dean (1972) observaram que os efeitos do GA<sub>3</sub> foram muito mais pronunciados sobre *C. rotundus* que a mistura GA<sub>4+7</sub>. A maior eficiência do GA<sub>3</sub> também foi observada por Velini et al. (1983) comparando com GA<sub>7</sub>.

Alvarado e Bendixen (1980) observaram que, quando aplicados juntos, os efeitos do GA e da BA se justapõem, alterando o estado de repouso dos tubérculos, provocando brotamento em todos os tubérculos tratados.

## 2.5. Ácido giberélico (GA<sub>3</sub>)

As giberelinas foram descobertas pelo pesquisador japonês Kurosawa, que observou que uma doença provocada pelo fungo *Gibberella fujikuroi*, causava um alongamento anormal em caules de plantas de arroz (FOSKET, 1994). Atualmente, formam uma família com mais de 130 compostos já identificados, sendo que apenas alguns apresentam atividade biológica, em particular GA<sub>1</sub> e GA<sub>4</sub>, sendo que a maioria são precursores ou metabólitos (RANDEMACHER, 2000). Segundo Galstson e Davies (1972), as diferenças entre as diversas giberelinas residem no número e na localização das duplas ligações e dos grupos hidroxilas.

A giberelina são diterpenóides tetracíclicos cuja biossíntese é realizada em três etapas, cada uma ocorrendo em um compartimento celular diferente Hedden e Phillips., 1996). Na primeira etapa o geranilgeranil difosfato é convertido a ent-caureno. Essa reação ocorre nos plastídios. Na segunda etapa que ocorre no reticulo endoplasmático, há a conversão do ent-caureno em GA<sub>12</sub>-aldeído através de uma série de reações oxidativas realizadas por enzimas monoxigenases. Na ultima etapa, há a formação de todas as outras giberelinas. Essas reações ocorrem no citoplasma e são realizadas por um grupo de dioxigenases.

As giberelinas são identificadas e quantificadas por cromatografia gasosa combinada com espectrometria de massas, seguido pela separação por cromatografia líquida de alta eficiência.

Os níveis endógenos de giberelinas ativas regulam sua própria síntese por ativar ou inibir a transcrição de genes para enzimas que participam da biossíntese ou degradação de giberelina. Fatores ambientais, como fotoperíodo (i.e. causando o crescimento do caule ou tuberização de batata), temperatura (vernalização) e a presença de auxina do ápice caulinar também regulam a biossíntese da giberelina pela transcrição de genes das enzimas da via biossintética. A luz regula a biossíntese de GA<sub>1</sub> por meio da regulação da transcrição do gene da degradação da giberelina e, também, causa decréscimo na capacidade de resposta do alongamento do caule à presença de giberelina.

As giberelinas endógenas participam de uma série de processos de desenvolvimento das plantas, entre os quais, a germinação de sementes (GROOT et al., 1988), alongamento de entrenós (DAVIES, 1995), arquitetura foliar (ROSIN et al. 2003) e brotação de gemas (LIPPERT et al., 1957).

As giberelinas estimulam o crescimento do caule por promover tanto o alongamento, quanto a divisão celular. A atividade de algumas enzimas da parede tem sido relacionada ao crescimento induzido por giberelina e ao afrouxamento da parede celular. As divisões estimuladas por giberelinas em arroz irrigado são reguladas na transição entre a replicação do DNA e a divisão celular.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido na área experimental do Núcleo de Pesquisa e Estudos Ambientais em Matologia (NEPEAM), na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp Jaboticabal.

#### **3.1. Material vegetal**

Os tubérculos de tiririca foram coletados em área de agricultura anual, nos primeiros 20 cm de um solo Latossolo Vermelho Escuro, textura média.. O solo foi preparado com aração e, a seguir, toda a rede de estruturas vegetativas da tiririca foi separada da terra por peneiramento. No laboratório, as manifestações epígeas e as raízes foram eliminadas e foram escolhidos os tubérculos túrgidos íntegros, com bom aspecto sanitário e nutricional e sem brotação de qualquer gema.

O brotamento dos tubérculos foi levado a efeito em vasos contendo areia e de casa-de-vegetação a temperatura ambiente e irrigação diária. Após 15 dias, as brotações com duas a três folhas foram separadas dos tubérculos e plantadas em vasos pretos de três litros, preenchidos com substrato Plantmax®. O substrato recebeu uma complementação de 200 mg L<sup>-1</sup> de N, 300 mg L<sup>-1</sup> de P e 150 mg L<sup>-1</sup> de K. A irrigação foi realizada por capilaridade preenchendo-se diariamente o prato plástico que ficou sob cada vaso.

Quando as plantas de tiririca apresentavam de cinco a sete folhas foram iniciadas as aplicações dos tratamentos.

#### **3.2. Delineamento experimental e tratamentos avaliados**

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. Para a manutenção deste delineamento os vasos foram movimentados aleatoriamente a cada 3-4 dias.

Parte dos tratamentos experimentais foram distribuídos em esquema fatorial 7 x 3, onde as foram variáveis sete épocas de aplicação do GA e três doses de glifosato. O GA foi aplicado na concentração de 1000 mg L<sup>-1</sup> até escorrimento da calda aos 28, 21, 14, 07 e 0 dias antes da aplicação do herbicida e aos 1 e 2 dias após. O glifosato foi aplicado na

formulação Scoutt® nas doses de 0,00; 0,96 e 1,92 Kg i.a./ha. Ainda houveram três tratamentos complementares que receberam as três doses de glifosato mas não receberam o ácido giberélico.

O GA foi aplicado com pulverizador manual de cinco litros munido de bico tipo cone cheio. O glifosato foi aplicado com pulverizador costal à pressão constante de CO<sub>2</sub> de 25 p.s.i. e munido de bico tipo leque albus verde. O consumo de calda foi de 200 L/ha.

A irrigação passou a ser executada por aspersão direta sobre os vasos, sendo retirados os pratos plásticos para promover melhor aeração do solo e não criar restrições ao processo de crescimento dos rizomas e da tuberização.

### **3.3. Avaliações**

As avaliações foram realizadas em diferentes épocas, conforme o esquema a seguir:

3.3.1. Durante o período de aplicação do GA<sub>3</sub>:

- Número de manifestações epígeas
- Altura da maior manifestação epígea

3.3.2. Aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a aplicação do glifosato:

- Nota de controle, utilizando o critério de 0 a 100 para controle, sendo avaliada a porcentagem de folhas com sintomas de fito-intoxicação do glifosato. A nota 0 foi atribuída à ausência de sintoma e a nota 100 à morte total das plantas no vaso.

3.3.4. Aos 35 dias após a aplicação do glifosato:

- Matéria seca remanescente
- Densidade de tubérculos
- Tamanho médio dos tubérculos
- Viabilidade dos tubérculos (teste do Tetrazólio)

### **3.5. Análise estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância envolvendo todos os tratamentos para obtenção do valor do quadrado médio do resíduo. A seguir, eliminando-se os tratamentos sem aplicação do GA, foi realizada análise de variância do fatorial e no desdobramento das variáveis principais, as médias foram comparadas pelo teste Tukey (5%). Para comparação dos tratamentos com e sem aplicação e GA foi realizado um contraste obedecendo a seguinte fórmula..

$$F = \left\{ \frac{(\sum TTCGA)^2}{84} + \frac{(\sum TTSGA)^2}{16} - \frac{(\sum TTCGA + \sum TTSGA)^2}{96} \right\} / QMR$$

Onde:

$\sum TTCGA$  = somatória dos tratamentos que receberam GA

$\sum TTSGA$  = somatória dos tratamentos que não receberam GA

QMR = quadrado médio do resíduo

#### 4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados da análise de variância dos dados referentes ao número de manifestações epigeas por vaso. Houve efeitos significativos dos tratamentos em todas as épocas de avaliação. Não ocorreu efeito de dose de glifosato, o efeito da época de aplicação do ácido giberélico apenas foi significativo nas avaliações realizadas aos 28, 14 e 0 dias antes a aplicação do glifosato. O contraste comparando os tratamentos com e sem aplicação do ácido giberélico foi significativo nas avaliações realizadas aos 14, 7 e 0 dias antes a aplicação do glifosato.

**Tabela 1** – Valores de F obtidos na análise de variância dos resultados referentes aos números de manifestações epigeas de *Cyperus rotundus* e no contraste comparando tratamentos com e sem aplicação do ácido giberélico.

Variáveis	Dias antes aplicação do glifosato				
	28 dias	21 dias	14 dias	07 dias	0 dias
Tratamento	660.63 **	796.8 **	975.27 **	937.75 **	970.44 **
Dose (D)	0.18 ns	0.08 ns	0.94 ns	1.73 ns	0.35 ns
Época (E)	24 **	1.79 ns	2.81 *	1.75 ns	3.32 **
ExD	0.93 ns	1.3 ns	1.05 ns	2.27 *	1.21 ns
Com GA X Sem GA	1.05 ns	1.13 ns	35.86 **	37.55 **	31.77 **

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade, \* - significativo ao nível de 5% de probabilidade e ns- não significativo.

**Tabela 2** – Valores médios dos números de manifestações epígeas de *C. rotundus* por vaso obtidos no desdobramento dos efeitos principais do fatorial e no contraste comparando tratamentos com e sem a aplicação do ácido giberélico.

Época	Dias antes da aplicação de glifosato				
	28 DAAG	21 DAAG	14 DAAG	7 DAAG	0 DAAG
Com GA	5,1 a	14,2 a	19,1 a	21,4 a	22,2 a
Sem GA	4,5 a	12,7 a	9,8 b	9,3 b	11,3 b
0,00 kg/ha	5,0 a	14,3 a	19,3 a	20,4 a	22,8 a
0,96 kg/ha	5,1 a	14,0 a	18,3 a	21,0 a	23,2 a
1,92 kg/ha	5,2 a	14,1 a	19,4 a	22,0 a	23,6 a
28 DAA	9,0 b	14,4 a	18,5 ab	23,0 a	26,3 b
21 DAA	4,9 a	13,9 a	17,4 ab	19,4 a	20,0 a
14 DAA	4,0 a	12,1 a	17,1 a	21,1 a	22,7 ab
7 DAA	4,3 a	15,1 a	20,25 ab	22,4 a	24,3 ab
A 0	4,5 a	14,5 a	19,9 ab	20,4 a	23,2 ab
D1	4,7 a	15,5 a	21,2 b	20,3 a	23,9 ab
D2	4,3 a	13,1 a	19,0 ab	21,3 a	22,2 ab

Médias acompanhadas de mesma letras são estatisticamente similares pelo teste Tukey 5% de probabilidade.

Na Tabela 2 estão apresentados os valores médios obtidos do desdobramento dos graus de liberdade das variáveis principais do fatorial e do contraste comparando o conjunto de tratamentos que recebeu ácido giberélico e do que não recebeu este fitorregulador.

O contraste mostrou que a partir da avaliação realizada aos 14 dias antes da aplicação do glifosato houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos que receberam ácido giberélico e os que não receberam. Aos 14 dias antes da aplicação do glifosato, o ácido giberélico promoveu incremento de 53,9% no

número de manifestações epígeas. Para os 7 e 0 dias antes a aplicação do glifosato estes valores foram respectivamente 56,4% e 49,0%.

É interessante observar que este é um valor subestimado porque o conjunto dos tratamentos que receberam ácido giberélico inclui tratamentos que já receberam o fitorregulador e aqueles que ainda irão recebê-lo, obedecendo à sequência das épocas de aplicação dos respectivos tratamentos. Por exemplo, na avaliação realizada aos 21 dias antes da aplicação do glifosato, apenas poderiam ter manifestado sintomas nos vasos que receberam o ácido giberélico uma semana antes (28 dias antes da aplicação do GA) e seus efeitos foram diluídos pelo conjunto global. À medida que uma maior proporção de tratamentos recebeu o fitorregulador, a média do conjunto refletiu melhor os efeitos do ácido giberélico.

Os resultados aparentemente são contrários aos verificados por Velini et al. (1983) e Nóbrega Filho (1981). Estes autores observaram efeitos do ácido giberélico promovendo redução na porcentagem de gemas brotadas em tubérculos de *C. rotundus* que foram previamente embebidos em soluções de ácido giberélico. Este não foi o procedimento adotado neste trabalho, uma vez que ao fitorregulador foi aplicado na folhagem de plantas em crescimento e que haviam emitido seus rizomas. A diferenciação do rizoma em nova manifestação epígea ou tubérculo é induzido por balanço hormonal envolvendo as proporções relativas de citocininas e giberelinas, dentre outros hormônios vegetais (PARKER& DEAN, 1972). Maior proporção de ácido giberélico promove a diferenciação dos rizomas em bulbos basais e, em consequência, em manifestações epígeas. Provavelmente esta é a explicação para os resultados ora observadoS.

Não houve diferença entre as doses de glifosato no número de manifestações epígeas, o que era esperado porque as avaliações foram realizadas antes da aplicação do herbicida e não há qualquer razão para discutir estes resultados da Tabela 2.

Os dados referentes aos efeitos da época de aplicação do ácido giberélico sobre o número de manifestações epígeas de *C. rotundus* embora apresentassem diferenças estatisticamente significativas não houve tendência definida que pudesse suportar qualquer conclusão. Nas avaliações realizadas aos 21 e 07 dias antes a aplicação do glifosato não houve diferença estatística entre os tratamentos. Aos 28 dias antes da aplicação do glifosato a única diferença observada foi entre o tratamento que iria

receber o ácido giberélico naquela data e os que não iriam recebê-lo, portanto sendo um efeito do acaso e não de qualquer tratamento. Na avaliação realizada aos 14 dias antes da aplicação do glifosato a diferença estatisticamente significativa ocorreu entre o conjunto de tratamentos que iria receber a aplicação do ácido giberélico naquela data e o que iria receber um dia após a aplicação do herbicida. Na avaliação realizada no dia da aplicação do herbicida a diferença estatisticamente significativa ocorreu apenas envolvendo os dois conjuntos de tratamentos que receberem o ácido giberélico aos 28 e 21 dias antes a aplicação do glifosato.

Pela falta de tendência definida nos efeitos da época de aplicação do ácido giberélico sobre o número de manifestações epigeas é possível inferir que ocorreu efeito da aplicação deste fitorregulador, mas que este não dependeu da época de aplicação do fitorregulador.

Na Tabela 3 estão apresentados os valores de F obtidos nas análises de variância dos dados referentes à altura máxima das manifestações epigeas de *C. rotundus* nas diferentes épocas de avaliação, antes da aplicação do glifosato. Os efeitos dos tratamentos foram significativos em todas as avaliações.

**Tabela 03** – Valores de F obtidos na análise de variância dos resultados referentes à altura máxima das manifestações epigeas de *Cyperus rotundus* e no contraste comparando tratamentos com e sem aplicação do ácido giberélico.

Variáveis	Dias antes aplicação do glifosato				
	28 dias	21 dias	14 dias	07 dias	0 dias
Tratamento	9675.8 **	1274.15 **	1287.02 **	1231.29 **	1158.21 **
Dose (D)	1.98 ns	0.56 ns	0.47 ns	0.28 ns	1.17 ns
Época (E)	5.86 **	12.23 **	5.90 **	4.60 **	3.76 **
ExD	1.10 ns	0.85 ns	1.71 ns	1.28 ns	1.55 ns
Com GA X Sem GA	7.73 **	0.31 ns	40.89 **	41.40 **	37.83 **

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade, \* - significativo ao nível de 5% de probabilidade e ns- não significativo

Não ocorreu efeito significativo de dose de glifosato, mesmo porque o produto ainda não havia sido aplicado. Os efeitos da época de aplicação do ácido giberélico foram significativos para todas as épocas de avaliação. E os contrastes comparando tratamentos que receberam ácido giberélico com aqueles que não receberam, apenas não foi estatisticamente significativo para a avaliação realizada aos 14 dias antes da aplicação do glifosato.

Na Tabela 4 estão apresentados os valores médios obtidos para a altura máxima das manifestações epigeas obtidas no desdobramento dos graus de liberdade das variáveis principais do fatorial e do contraste comparando o conjunto de tratamentos que recebeu ácido giberélico e do que não recebeu este fitorregulador.

**Tabela 4** – Valores médios das alturas máximas das manifestações epigeas de *C. rotundus* por vaso obtidos no desdobramento dos efeitos principais do fatorial e no contraste comparando tratamentos com e sem aplicação do ácido giberélico.

Variáveis	Altura máxima (cm)				
	28 DAAG	21 DAAG	14 DAAG	7 DAAG	0 DAAG
Com GA	40,9 a	56,9 a	65,1 a	68,5 a	69,3 a
Sem GA	37,5 a	54,4 a	32,3 b	33,0 b	33,8 b
0,00 kg/ha	40,6 a	57,3 a	65,9 a	69,1 a	71,0 a
0,96 kg/ha	40,3 a	56,3 a	64,6 a	68,6 a	69,4 a
1,92 kg/ha	42,0 a	57,2 a	64,9 a	67,8 a	67,5 a
28 DAA	44,3 a	64,75 c	72,3 b	75,4 b	75,2 c
21 DAA	36,4 b	52,3 b	67,8 ab	71,0 ab	73,9 bc
14 DAA	41,0 a	58,5 a	63,3 a	67,8 ab	68,3 abc
7 DAA	40,2 ab	54,3 ab	63,3 a	65,5 a	68,8 abc
A 0	42,7 a	56,9 ab	62,6 a	63,4 a	62,6 a
D1	40,7 ab	57,4 a	62,8 a	65,8 a	64,6 ab
D2	41,3 a	54,4 ab	64,1 a	70,8 a	71,6 abc

Médias acompanhadas de mesma letras são estatisticamente similares pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Uma análise do contraste comparando os conjuntos dos tratamentos com e sem aplicação do ácido giberélico pode-se observar que houve efeito do fitorregulador aumentando a altura média das manifestações epígeas a partir da avaliação realizada aos 21 dias antes a aplicação do glifosato, com incrementos das ordens de 102%, 108% e 105% para as avaliações realizadas aos 14, 07 e 0 dias antes a aplicação do glifosato. O resultado observado na avaliação realizada aos 28 dias antes a aplicação do glifosato deve ser considerado como casual e desconsiderado para qualquer conclusão, uma vez que o ácido giberélico ainda não havia sido aplicado.

O efeito promotor do glifosato no crescimento em altura das manifestações epígeas de *C. rotundus* e de *Cyperus esculentus* é bem documentado na literatura (MACHADO, 1998; VELINI, 1983; NÓBREGA FILHO, 1981). As giberelinas estimulam o crescimento dos órgãos aéreos das plantas por promover tanto o alongamento quanto a divisão celular. A atividade de algumas enzimas da parede tem sido relacionada ao crescimento induzido por giberelina e ao afrouxamento da parede celular. (TAIZ & ZEIGER, 2004). VELINI (1983) e MACHADO (1998) comentam que o aumento de crescimento das manifestações epígeas da *C. rotundus* não é acompanhado de aumento no acúmulo de matéria seca. Este parâmetro não foi avaliado no presente trabalho porque as plantas deveriam ser submetidas à aplicação do glifosato para verificação do controle.

Não houve diferenças entre as doses de glifosato na altura máxima das manifestações epígeas de *C. rotundus*, o que era esperado porque as avaliações foram realizadas antes da aplicação do herbicida e não há qualquer razão para discutir estes resultados da Tabela 4.

Avaliando os efeitos da época de aplicação do ácido giberélico sobre a altura máxima das manifestações epígeas da tiririca, os resultados estatísticos da avaliação realizada aos 28 dias não serão considerados, uma vez que o fitorregulador ainda não havia sido aplicado. Na avaliação realizada aos 21 dias antes da aplicação do glifosato a altura das manifestações epígeas no conjunto de tratamentos que havia recebido o ácido giberélico foi estatisticamente maior que aqueles que ainda não haviam recebido, demonstrando que em apenas uma semana os resultados da aplicação na parte aérea já promoviam efeitos no crescimento da planta. Na avaliação realizada aos 14 dias antes da aplicação do glifosato, a altura das manifestações epígeas que receberam o ácido

giberélico continuou sendo estatisticamente superior às das demais épocas de aplicação que não haviam recebido o fitoregulador, mas foi estatisticamente semelhante à do tratamento que recebeu na semana anterior (21 dias). Este mesmo comportamento foi observado para a avaliação realizada aos 7 dias antes a aplicação do glifosato, ocorrendo diferença estatística entre o conjunto de tratamentos que recebeu a aplicação do fitoregulador aos 28 dias, o qual não diferiu dos tratamentos que haviam recebido a aplicação aos 21 e 14 dias.

O que é muito interessante observar nos resultados da Tabela 4 é que os efeitos foram sendo “diluídos” no transcorrer do período experimental. As manifestações epígeas da tiririca apresentaram elevadas alturas, mesmo antes da aplicação do ácido giberélico. Este é um comportamento que não foi previsto na elaboração do projeto experimental e que decorre do estiolamento que se estabeleceu nas plantas em função do aumento das unidades da parte aérea por vaso e, em consequência, o aumento expressivo da competição intra-específica. A consequência deste comportamento pode ser observado nos dados da última avaliação (0 dias antes a aplicação do glifosato) em que há similaridade estatística entre o grupo de tratamentos que recebeu o ácido giberélico aos 28 dias antes da aplicação do glifosato e aquele que receberia apenas dois dias após.

De qualquer maneira, os resultados comprovam que o ácido giberélico promovem o crescimento em altura das manifestações epígeas de *C. rotundus*. Nem para os dados de número como de altura das manifestações epígeas houve interação significativa entre as variáveis principais, o que já era esperado, uma vez que uma das variáveis ainda não havia sido aplicada: dose de glifosato.

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados da análise de variância dos dados referentes às avaliações do controle promovido pelo glifosato sobre as plantas de *C. rotundus*. Houve efeitos significativos de tratamentos para todas as épocas de avaliação. O efeito da dose de glifosato foi significativo para todas as épocas de avaliação, o efeito da época apenas foi significativo nas três últimas avaliações e houve interação entre as variáveis principais na última avaliação (35 DAA).

**Tabela 05** – Valores de F obtidos na análise de variância dos resultados referentes ao controle de *Cyperus rotundus* e no contraste comparando tratamentos com e sem aplicação do ácido giberélico.

Variáveis	Época de avaliação			
	07 dias	14 dias	21 dias	35 dias
Tratamento	167.58 **	359.29 **	653.65 **	6854.7 **
Dose (D)	67.47 **	157.82 **	217.96 **	16590.78 **
Época (E)	1.27 ns	4.73 **	4.54 **	5.03 **
ExD	0.65 ns	1.17 ns	1.45 ns	1.12 ns
Com GA X Sem GA	14.90 **	0.28 ns	0.24 ns	57.33 **

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade, \* - significativo ao nível de 5% de probabilidade e ns- não significativo

Na Tabela 6 estão apresentados os valores médios obtidos para as avaliações de controle de *C. rotundus* obtidas no desdobramento dos graus de liberdade das variáveis principais do fatorial e do contraste comparando o conjunto de tratamentos que recebeu ácido giberélico e do que não recebeu este fitorregulador.

**Tabela 6** – Valores médios do controle de de *C. rotundus* por vaso obtidos no desdobramento dos efeitos principais do fatorial e no contraste comparando tratamentos com e sem aplicação do ácido giberélico.

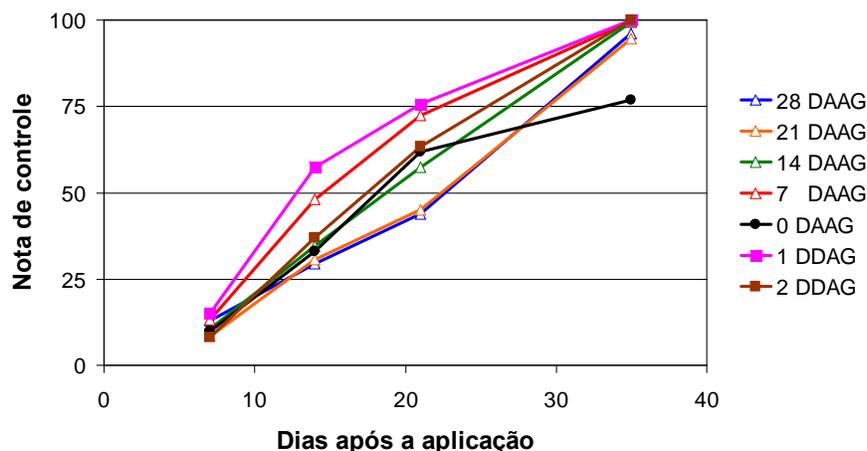
Variáveis	Época de avaliação			
	7 DDAG	14 DDAG	21 DDAG	35 DDAG
com GA	11,1 a	38,6 a	59,0 a	98,5 a
Sem GA	3,6 b	41,3 a	44,3 a	76,9 b
0,96 kg/ha	6,8 a	25,5 a	43,6 a	93,8 a
1,92 kg/ha	13,6 b	52,3 b	75,3 b	97,8 b
28 DAA	12,9 a	29,4 a	43,8 a	96,0 a
21 DAA	8,4 ab	30,7 a	45,0 a	94,5 a
14 DAA	10,6 ab	34,4 a	57,5 ab	99,5 a
7 DAA	13,1 a	48,1 ab	72,5 b	99,8 a
A 0	9,8 ab	33,1 a	61,9 ab	76,9 b
D1	15,0 a	57,5 b	75,7 b	100,0 a
D2	8,1 ab	36,9 ab	63,5 ab	100,0 a

Médias acompanhadas de mesma letra são estatisticamente similares pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O controle da tiririca pelo glifosato no conjunto de tratamentos que recebeu a aplicação de ácido giberélico foi maior que no grupo sem aplicação do fitorregulador na primeira (7 DDA) e na última avaliação (35 DDA). Na primeira aplicação a diferença foi bastante expressiva, podendo ser uma evidência de que as plantas que receberam o ácido giberélico desenvolvessem mais precocemente os sintomas da fitointoxicação proporcionada pelo glifosato.

Os efeitos de dose do glifosato foram os esperados com as maiores notas de controle para a dose de 1,92 kg/ha em relação à de 0,96 kg/ha em todas as avaliações. As diferenças foram mais evidentes nas avaliações mais precoces, indicando que a maior dose proporcionou controle mais intenso e mais rápido.

Embora o teste Tukey apresente resultados importantes para a análise dos resultados, a representação gráfica dos resultados (Figura 1) mostra de forma mais didática os efeitos dos tratamentos.



**Figura 01** – Representação esquemática das médias dos valores de controle proporcionadas pelo glifosato (média de 0,96 e 1,92 kg/ha) em *Cyperus rotundus* submetidos à aplicação da ácido giberélico ( $1000 \text{ mg L}^{-1}$ ) em diferentes épocas em relação à aplicação do herbicida.

Os mais rápidos níveis de controle foram observados nos tratamentos em que o ácido giberélico foi aplicado 7 dias após a aplicação do glifosato e aos 2 dias depois da aplicação do glifosato. Nas avaliações realizadas aos 14 e 21 dias depois da aplicação do glifosato, os tratamentos que apresentaram menores valores de controle foram aqueles que receberam a aplicação do ácido giberélico aos 21 e 28 dias antes da aplicação do herbicida. Na avaliação final realizada aos 35 dias depois da aplicação do herbicida, praticamente todos os tratamentos apresentaram excelentes níveis de controle, sem diferença estatística.

No tratamento sem aplicação do fitoregulador, o controle proporcionado pelo glifosato na vegetação atingida pela pulverização foi excelente, mas a nota baixa de controle foi devido à incidência de rebrotas na planta daninha. A Figura 2 mostra fotografias dos tratamentos (i) sem aplicação do glifosato, (ii) sem aplicação do fitoregulador e (iii) com aplicação do ácido giberélico aos dois dias depois da aplicação do glifosato.



**Figura 02** – Aspectos da plantas de *Cyperus rotundus* nos tratamentos **(i)** sem aplicação do glifosato, **(ii)** sem aplicação do fitoregulador e **(iii)** com aplicação do fitoregulador dois dias antes da aplicação do herbicida.

Na Tabela 7 estão apresentados os resultados das análises de variância dos dados referentes ao número e biomassa seca de tubérculos de tiririca por vaso e teste da viabilidade dos mesmos pelo teste do Tetrázólio. Apenas foram verificados efeitos de doses do glifosato, sem qualquer influência significativa da aplicação do ácido giberélico em qualquer época.

**Tabela 07** – Valores de F obtidos na análise de variância dos resultados referentes à biomassa seca e número de tubérculos de *Cyperus rotundus* por vaso, viabilidade pelo teste do tetrázólio e, também, referente ao contraste comparando tratamentos com e sem aplicação do ácido giberélico.

	Matéria Seca	Número	Tetrázólio
Tratamento	322,21 **	1049,03 **	30737,44 **
Dose (D)	31,83 **	390,31 **	5,11 **
Época (E)	0,60 ns	2,22 ns	1,59 ns
ExD	0,45 ns	2,55 **	0,55 ns
Com GA vS sem GA	1,54 ns	3,67 ns	3,28 ns

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade, \* - significativo ao nível de 5% de probabilidade e ns- não significativo.

Na Tabela 8 estão apresentados os valores médios observados para o número e peso da matéria seca dos tubérculos de tiririca na última avaliação de controle (35 dias depois da aplicação do glifosato) e do teste de viabilidade dos tubérculos estimados pelo teste do Tetrazólio.

Os resultados mostram que o controle proporcionado pelo glifosato reduziu o número, biomassa seca e viabilidade dos tubérculos de tiririca, sem relação com a dose. Estes resultados já foram observados por vários autores Durigan et al. (2006). Os autores afirmam que com aplicações sucessivas de glifosato é possível a redução paulatina das colonizações de tiririca em áreas agrícolas pelos efeitos deste produto tanto na densidade de tubérculos como na viabilidade dos mesmos.

**Tabela 08** – Valores médios da biomassa seca, número e viabilidade de tubérculos de *C. rotundus* por vaso obtidos no desdobramento dos efeitos principais do fatorial e no contraste comparando tratamentos com e sem aplicação do ácido giberélico

Variável	Biomassa	Número	Viabilidade
	g/vaso	Plantas/vaso	%
Com GA	32,8 a	51,9 a	19,4 a
Sem GA	36,9 a	42,8 a	20,0 a
0,00 kg/ha	56,7 b	93,5 b	19,9 b
0,96 kg/ha	16,4 a	30,1 a	19,3 ab
1,92 kg/ha	25,4 a	32,1 a	18,9 a
28 DAA	33,9 a	51,0 ab	18,8 a
21 DAA	37,9 a	44,2 a	19,3 a
14 DAA	26,9 a	56,4 b	19,0 a
7 DAA	33,0 a	53,9 ab	19,9 a
A 0	26,7 a	49,3 ab	19,4 a
D1	37,0 a	53,6 ab	19,3 a
D2	34,2 a	54,8 ab	19,5 a

Médias acompanhadas de mesma letras são estatisticamente similares pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

## 5. CONCLUSÕES

Nas condições em que foi conduzido o presente trabalho foi possível concluir que:

- A aplicação do ácido giberélico em plantas de *Cyperus rotundus* em crescimento promoveu o aumento do número e altura de manifestações epígeas;
- A aplicação do ácido giberélico incrementou o controle final de *Cyperus rotundus* com o herbicida glifosato independente da época de aplicação, principalmente, por prevenir a rebrota das plantas,
- A época de aplicação do ácido giberélico em relação à época de aplicação do glifosato influenciou a velocidade de desenvolvimento dos sintomas, mas não a eficácia final de controle e
- A aplicação do ácido giberélico em qualquer das épocas avaliadas não afetou o número, biomassa e viabilidade dos tubérculos remanescentes ao controle.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARADO, W.; BENDIXEN, L.E. Cytokinis y acido giberélico promueven lactofen germinacion de las yemas em latência de los tubérculos em desarrollo de *Cyperus rotundus* L. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE LA ASSOCIATION LATINO AMERICANA DE MALEZAS, 5, 1980, guayaquil. Isolated Paper...9 p.

AREVALO, R.A. **Plantas daninhas de cana de açúcar.** Araras; IAA-PLANALSUCAR- CONESUL, 1979.

BENDIXEN, L.E. Woldrwaide distribution of purple yellow nutsedge (*Cyperus rotundus* and *Cyperus esculentus*) Weed Tecnology, v.1, n.1, p.61-5, 1987.

BENDIXEN, L.E., NANDIHALLI, V.B. Alterning growth from to precondition yellow nutsedge for control. Weed Science, v-18, n.5, p.559-603, 1970.

BETRIA, A.L.,MONTALDI, E.R. Efecto del nitrato de amônia y del ac. Giberélico sobre la brotacion del ‘Cipero’ (*Cyperus rotundus* L.). In: CONGRESSO DE LA ASSOCIACION LATINO AMERICANA DE MALEZAS, 3, 1976 Mar del Prata resúmenes...p.20.

CHETRAN, R.S.; BENDIXEN, L.E. Giberelic acid plus cytokinis induced basal bulbs of purple nutsedge above ground. Weed Science, v. 22 p. 55-58, 1974.

DOLL, J.D., PIEDRAITHA, W. Effect of glyphosate on the sprouting of *Cyperus rotundus* tubers. Weed Research., v. 22, n.2, p. 123-128, 1982

DURIGAN, J. C. Manejo da tiririca (*Cyperus rotundus* L.) antes e durante a implantação da cultura da cana de açúcar. Jaboticabal, 1991, Tese de livre docência, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias- universidade Estadual Paulista.

DURIGAN, J.C.; TIMOSSI, P.C; LEITE, G.J. **Controle químico da tiririca (*Cyperus rotundus*), com e sem cobertura do solo pela palha de cana – de – açúcar.** Planta Daninha, v.22, n.1, p 127-135, 2004.

FERNANDES, J. Cana de açúcar. Controle da tiririca (*Cyperus rotundus*) Bras. Açucareiro, n.5, p.16-24, 1972.

FOSKET, D.E. Plant growth and development: a molecular approach. San Diego: Academic Press, 580p., 1994

GROOT, S.P.C.; KIELISZEWSKA-ROKICKA, B.; VERMEER, E.; KARSEN, C.M. Gibberellin induced hydrolysis of endosperm cell walls in gibberellins-deficient tomato seeds prior to radicle protrusion. **Planta**, Berlin, v.174, p. 500-504, 1988.

HAMMERTON, J.L. Experiments with *Cyperus rotundus* I growth and development and effects of 2,4-D and Paraquat. Weed research, v. 14, p. 365-369, 1974. Experiments with *Cyperus rotundus* III seasonal variation in growth, Weed research, v. 15, p. 339-348, 1975.

HALL, D.W; Vandiver, V.V; Ferrell, J.A; **Purple nutsedge, *Cyperus rotundus* L., SP 37**, Florida Cooperative Extension Service , Institute of Food and Agricultural Sciences, 1991.

HAUSER, W.H.L. Establinchemnet of nutsedge space planted tubers. Weeds, V.10, p. 219-226., 1986.

HAZARD, W.H.L., PALU, L.M. Nutgrass and treatment. Queensland agriculture Journal., v.11, p. 219-226, 1986.

HOLMS, L.G., PLUCKNETT, D.L., PANCHO, J.V. & HERBERGER, J.P. The worst weeds: distribution and biology. Honolulu: The university Press of Hawaii, 1977.60 p.

HOROWITZ, M. Growth, tuber formacion and spread of *Cyperus rotundus* L. fron single tubres. Weed Research. V. 12, p. 348-363, 1972.

KEELEY, P.E., CARTER, C.H., THULLEN, R.J. Influence of glyphosate on respronting of parent tubers of *Cyperus rotundus*. Weed Sciences. V. 34, n.1, p. 25-29, 1986.

KISSAMANN, K,G,**Plantas Infestantes e Nocivas, 2,1, BASF, 1997, (p.222-228),** Livro.

LABRADA, R., GONZALES, F.; HERNANDEZ, J.; BAEZ, Y.J. Particularidades bioecologicas de *Cyperus rotundus*.estádios fenológicos, dinâmica reprodutiva y capacidad vegetativa. Agrotenia de Cuba, v.17, n.2, p. 47-55, 1985.

LANGBECK, F.M.; NOVO, M.C.S.S.; LAGO, A.A.; DEUBER.R., **Viabilidade de tubérculos de *Cyperus rotundus* L. tratados com Sulfentrazone.** Resumo expandido. Arq.Inst.Biol., São Paulo, v.71, (supl), p.1-749, 2004.

LORENZI, H. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 3 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000.p.251.

LIPPERT, L.F.; RAPPAPORT, L.; TIMM, H. Braking the rest period of white potatoes with gibberellic acid. 54<sup>th</sup> Annual Meeting, Amer. Soc. Hort. Sci., p.50, 1957

MENEZES,N,L. Teste de Tetrazolio, Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

MAGALHÃES, A.C. Influencia do teor de umidade do tubérculo e da quantidade de água disponível no solo sobre a capacidade de brotação da tiririca. Bragantia, v.24, p. 507-523, 1965.

NOBREGA Fº, O.N. Efeitos de alguns fitorreguladores sobre *Cyperus rotundus* L. Jaboticabal, Trabalho apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal, para graduação em Agronomia. 1981. 32 pp

PEREIRA, W., CRABTREE, G. Timing glyphosate application relative tratamento growth stage of yellow nutsedge. Proceedings. Northest Weed Sciencies. Socyete. V.39, p. 99, 1985.

PLANALSUCAR – IAA. Seção de fisiologia e matologia. Araras- SP, 1979. 84p. (Relatório anual).

PARKER, C., DEAN, M.L. The effect of some plant growth regulators on the sprouting of *Cyperus rotundus* and its response to herbicides. In: BRITISH WEED CONTROL CONFERENCE, 11, 1972. Proceedings, p. 744-51.

RADEMACHER, W. Growth Retardants: effects on gibberellins biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Molecular Biology**, v.51, p.501-531, 2000.

RODRIGUES, B.N.& ALMEIDA, F.S. Guia dos herbicidas . 5 ed. Londrina: edição dos autores, 2005.

RUBIN, J.L., GAINES, C.G., JENSEN, R.A. Glyphosate inhibition of 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthetase from suspension – cultured cells of nicotina silvestris, *Plant Physiology*., Bethesda, v.75, n.6, p.839-845, 1984.

STOLLER, E.W & SWEET, R.D. Biology and life cycle of purple and yellow nutsedge (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*). *Weed Techol.*, v1.p.66-73, 1987.

WILL, G.D.1987. Description of purple and yellow nutsede (*Cyperus routundus* and *C.esculentus*). *Weed technology*1:2-9.

ROSIN, F.M.; HART, J.K.; HORNER, H.T.; DAVIES, P.J.; HANNAPEL, D.J. Over expression of a Knotted-like Homeobox gene of potato alters vegetative development by decreasing gibberellins accumulation. **Plant Physiology**, Rockville, v.132, p.106-117, 2003.

ROCHECAUSTE, E. Observations on nutgrass (*Cyperus rotundus*) and its control by chemical methods in Mauritius. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETEOF SUGAR CANE TECNOLOGY., 1956. Hon – Hawaii, Proceedings. 1-11.

TEO, C.K.H., BENDIXEN, L.E., NISHIMOTO, R.K. Bud sprouting and growth of purple nutsedge altered by benzyladenine. *Weed Science* v. 1, n.2, p. 19-23, 1973.

TEO, C.K.H., NISHIMOTO, R.K., TANG, C.S. Bud inhibition of *Cyperus rotundus* L. tubers by inhibitor B or abscisic acid and the reversal of these effects by N-6-benzyl adenine. *Weed Science* v.14, p.173-179, 1974.

VELINI, E.D., ADACHI, N.E., PITELLI, R.A., CANCIAN, A.J. Estudos do crescimento inicial de plantas de *Cyperus rotundus* L. provenientes de tubérculos imersos em soluções com diferentes concentrações de dois tipos de ácido giberélico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 3 , 1983 Florianópolis,. Resumos...p. 103.