

REGULADORES VEGETAIS: BASES E PRINCÍPIOS PARA UTILIZAÇÃO EM GRAMADOS

João Domingos Rodrigues¹; Leandro José Grava de Godoy² & Elizabeth Orika Ono¹.

¹Professor do Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu, SP, mingo@ibb.unesp.br. ²Doutorando em Agricultura, Departamento de Recursos Naturais/ Ciência do Solo, Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Botucatu, SP. legodoy@laser.com.br.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Associação Americana dos Produtores de Grama pesquisas científicas têm documentado os benefícios de um gramado para o meio ambiente. Um gramado bem mantido proporciona um local confortável e seguro para diversão e prática de esportes, libera oxigênio (cerca de 230 m² de área gramada libera O₂ suficiente para quatro pessoas), refresca o ar e com isso contribui para a redução da tendência de aquecimento global (em um dia quente de verão um gramado apresentará temperatura de 16,5°C e 7,8°C menor que a de um asfalto e um solo sem vegetação, respectivamente), reduz a emissão de CO₂ (absorve grande quantidade de CO₂ para realizar fotossíntese durante o ano todo) atenuando o efeito estufa e controla a poluição do solo (a rizosfera serve com filtro absorvendo o que passa por ela) (Turfgrass Producers International, 2002).

Outro efeito favorável dos gramados para o meio ambiente é o controle da erosão do solo. Os gramados são seis vezes mais efetivos em absorver a água da chuva do que uma lavoura de trigo e quatro vezes mais do que uma lavoura de feno (Beard, 1985). A quantidade de sedimentos perdidos de área gramada são dez vezes menor do que uma área coberta por palha. Além disso, nos E.U.A. um gramado bem cuidado pode elevar o preço de um imóvel em até 15% (Turfgrass Producers International, 2002).

No Brasil, até a década de 70, a maioria dos gramados era formada pela grama batatais (*Paspalum notatum* L.). Em 1975 com a introdução da grama São Carlos (*Axonopus* sp.) no mercado nacional a grama batatais começou a ser substituída em algumas aplicações. A grama esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.) foi introduzida no mercado nacional em meados da década de 80 e hoje é grama cultivada mais vendida no mercado nacional (Informativo Verde).

A partir da Copa do Mundo de Futebol realizada nos E.U.A. em 1994, na qual belos gramados puderam ser vistos, dirigentes do futebol brasileiro perceberam a importância de um belo gramado no espetáculo do futebol e os principais estádios do Brasil tiveram novos gramados instalados utilizando novas espécies mais nobres, principalmente, a bermuda e, atualmente, as principais equipes possuem um profissional especializado na manutenção de seus gramados. Outro esporte que demanda um gramado de alta qualidade é o golfe, cujos campos vêm aumentando no Brasil. A grama mais utilizada nestes campos esportivos tem sido a grama bermuda híbrida (*Cynodon dactylon x transvallensis*) (World Sports Magazine, 2002).

Os gramados podem ser utilizados em diversos locais com os diferentes propósitos: áreas residenciais, industriais e urbanas (aeroportos, parques, praças, etc.), taludes e encostas, canteiros de rodovias e nos campos esportivos (futebol, golfe, pólo, tênis, beisebol, etc.). Em todas essas utilizações o principal fator do custo de manutenção é o corte para manter a altura adequada dos gramados. Nas rodovias, o corte não é freqüente quanto nos campos de futebol e, principalmente, nos campos de golfe em que as áreas ocupadas são extensas, sendo interessante a utilização de novas técnicas, como a aplicação de reguladores vegetais, que possibilitem a redução da manutenção destes gramados e, conseqüentemente, a redução dos custos.

O controle do crescimento das plantas através do uso de substâncias químicas exógenas tem intrigado os pesquisadores de todo o mundo desde meados de 1940, quando surgiu o primeiro composto comercialmente utilizado para este fim: a hidrazida maléica. Posteriormente, com o surgimento do cloreto de cloro colina (CCC), o

potencial de controle do crescimento das plantas ganhou ainda mais força, sendo este composto muito utilizado durante as décadas de 60 e 70 (Cooke, 1987).

Especificamente em gramados, a utilização de compostos com o objetivo de retardar o crescimento das plantas foi primeiramente registrada também em meados dos anos 40, sendo que o ethephon apresentou-se como o menos fitotóxico entre os produtos comercialmente disponíveis na época (Freeborg & Daniel, 1981). Posteriormente, outros produtos também passaram a serem utilizados com este propósito, principalmente a hidrazida maléica, o chlorflurenol e o mefluidide. Dentre estes três compostos, o mefluidide ganhou especial destaque por inibir o crescimento das plantas por períodos longos a doses baixas e ser menos fitotóxico para as raízes (Watschke et al., 1977).

O termo hormônio vegetal é utilizado para designar compostos orgânicos, não nutrientes, de ocorrência natural, produzidos nas plantas e que em baixas concentrações, promovem, inibem ou modificam processos morfológicos e fisiológicos.

Já reguladores vegetais seriam substâncias sintetizadas e que aplicadas exógenamente, possuem ações similares aos grupos de hormônios vegetais conhecidos (Arteca, 1995). No caso de gramados, estes compostos sintéticos seriam utilizados com o objetivo principal de obterem-se indivíduos que apresentem todas as características comuns à sua espécie, porém de tamanho reduzido. Portanto, o regulador vegetal ideal para o gramado seria aquele composto que reduzisse a estatura dos indivíduos sem reduzir a densidade ou causar dano visível às plantas, como pontos necróticos de fitotoxidez, descoloração ou afinamento, mantendo-se uma alta qualidade da área tratada.

Associado a isto, a utilização de reguladores vegetais em gramados tem também por objetivo diminuir o número de operações de corte (roçadas) que são efetuadas durante o período de crescimento da primavera e verão, atuando indiretamente como um potencial componente na redução de custos com mão-de-obra, combustível e equipamentos utilizados. Além disso, sua utilização também

estaria praticamente eliminando as operações de rastelamento, amontoa, carregamento, transporte e descarte dos resíduos vegetais produzidos na roçada, o qual necessariamente devem ser retirados dos gramados (Davis & Curry, 1991).

Outra potencial aplicação dos reguladores vegetais seria sua utilização com o objetivo de diminuir a necessidade de irrigação ou aumentar a eficácia de fungicidas em gramados. Estudos conduzidos nos E.U.A. demonstraram que plantas tratadas com determinados reguladores vegetais possibilitaram a redução da taxa de evapotranspiração através da diminuição da superfície foliar das plantas, proporcionando assim, maior resistência ao estresse hídrico (Green et al., 1990; Marcum & Jing, 1997; Jing & Fry, 1998). Também nos E.U.A., existem relatos que gramados tratados com reguladores vegetais apresentaram menor incidência de doenças como *Sclerotinia homeocarpa* e *Rhizoctonia solani* quando comparadas àquelas que foram roçadas e rasteladas. Além disso, fungicidas como clorotalonil, iprodione e propiconazole apresentaram maior eficácia em gramados roçados que foram tratados com reguladores vegetais (Burpee et al., 1996; Burpee, 1998).

Porém, a utilização de reguladores vegetais está diretamente relacionada com o grau de tecnologia adotado no manejo e conservação do gramado. Nos E.U.A., por exemplo, os campos de golfe são mantidos a um alto nível de qualidade, na qual necessita de maior frequência de roçadas comparadas àquelas utilizadas em margens de rodovias ou parques. Já os gramados residenciais e industriais recebem tratamento mediano, uma vez que seus manejos estão condicionados ao zelo de seus proprietários. Portanto, o emprego de reguladores vegetais é mais freqüente em gramados mantidos com média e alta tecnologias, principalmente àqueles destinados aos campos de golfe (Johnson, 1994). Nos gramados de baixa tecnologia, os reguladores vegetais são utilizados em áreas onde as operações de roçada oferecem riscos de acidentes, como topografia acentuada, margens de rios e laterais de rodovias com tráfego intenso de veículos (Dernoeden, 1984).

A aplicação de reguladores vegetais no Brasil ainda é considerada baixa, sendo utilizada apenas em algumas culturas como algodão, cana-de-açúcar e certas frutíferas. Mais insignificante ainda é a sua utilização para o manejo de gramados, quer sejam áreas esportivas, residenciais, industriais, lazer ou margens de rodovias. Uma prova disto é a baixíssima quantidade de trabalhos publicados por pesquisadores e a falta de interesse das indústrias produtoras de reguladores vegetais em manter ou financiar linhas de pesquisas direcionadas a este mercado, considerado incipiente.

Esta revisão tem por objetivo descrever sobre os principais reguladores vegetais utilizados em gramados, bem como, seus modos de ação e os efeitos e conseqüências da aplicação destes nos últimos anos.

2. CRESCIMENTO VEGETAL E O MANEJO DOS GRAMADOS

O crescimento do tecido vegetal ocorre pela divisão e alongamento celular nas regiões meristemáticas da planta. Estes dois processos irão promover o crescimento da planta em altura pelo alongamento do caule, assim como, o aumento do comprimento das folhas que é mais notável no caso dos gramados devido ao hábito de crescimento (Raven et al., 1992).

O crescimento das folhas de gramados é desejável até um certo limite em que começa a causar sombreamento excessivo para as folhas mais baixas as quais ficam cloróticas e resultarão em manchas amareladas no gramado após a roçada (Beard, 1973). Logo, quanto mais rápido é o crescimento das folhas de um gramado maior a freqüência de roçada exigida para manter o gramado em uma altura que não prejudique sua qualidade, principalmente, a coloração verde e, portanto, maior é o custo de manutenção.

O controle do crescimento das plantas ocorre, principalmente, por meio da ação de hormônios vegetais como as auxinas, giberelinas, citocininas, ácido abscísico, etileno e outros (Figura 1). Muitos produtos sintéticos apresentam efeitos semelhantes

ao dos hormônios vegetais, assim, denominados de reguladores vegetais. Dentro desse grupo de substâncias existem aqueles que podem inibir a síntese dos hormônios vegetais e, assim, regular o crescimento das plantas.

3. GRUPOS DE HORMÔNIOS VEGETAIS

Os hormônios vegetais são responsáveis por vários efeitos fisiológicos marcantes no desenvolvimento em concentrações bastante baixas. Até há pouco tempo, acreditava-se que o desenvolvimento vegetal fosse regulado por apenas cinco grupos hormonais: auxinas, giberelinas, citocininas, etileno e ácido abscísico. Entretanto, atualmente, há fortes evidências indicando a existência de hormônios vegetais esteróides, os brassinoesteróides, que produzem uma ampla gama de efeitos morfológicos no desenvolvimento vegetal. Várias outras moléculas, participantes nos processos de resistência a patógenos e de defesa contra herbívoros, também têm sido identificadas, incluindo o ácido jasmônico e o ácido salicílico.



Figura 1. Fases de desenvolvimento vegetal e a participação dos diferentes hormônios vegetais em cada fase.

3.1 Auxinas

Auxina é um grupo hormonal que é caracterizado pela sua capacidade de induzir o alongamento celular localizado nas regiões subapicais. São sintetizadas em tecidos meristemáticos de órgãos aéreos, tais como gemas em brotamento, folhas jovens, extremidades da raiz e flores ou inflorescências de ramos florais em crescimento. Nas células, as auxinas promovem a sua expansão, pois estão envolvidas na incorporação de materiais na parede celular, afetando a expansão celular, através do aumento da plasticidade da parede celular. Geralmente, as auxinas são ácidos contendo um núcleo indol insaturado ou seus derivados. As auxinas também atuam no mecanismo de controle do crescimento do caule, folhas, raízes, iniciação de atividade cambial em plantas lenhosas e dominância apical.

3.2 Giberelinas

As giberelinas são diterpenos cíclicos que são capazes de estimular o alongamento celular. São sintetizadas a partir da via metileritritol fosfato, provavelmente, nas regiões de crescimento, sementes em germinação, endosperma, frutos imaturos, ápices de caules e raízes. Atualmente, são conhecidos mais de 125 tipos diferentes de giberelinas, sendo que as diferenças entre as diversas giberelinas residem no número e na localização das duplas ligações e dos grupos hidroxilas. As giberelinas também estão envolvidas em muitos processos fisiológicos nas plantas. Entretanto, o gênero e/ou espécie vegetal associado aos fatores ambientais podem determinar a ação específica das giberelinas. Elas também determinam importantes alterações fisiológicas, como floração, partenocarpia, expressão sexual, senescência e germinação e quebra de dormência.

3.3 Citocininas

As citocininas são derivadas da base nitrogenada adenina, sendo o meristema apical de raízes o principal local de síntese nas plantas. Posteriormente, as citocininas são transportadas via xilema para as diversas partes da planta e pontos de crescimento. Seus efeitos fisiológicos na planta estão relacionados com divisão, alongamento e diferenciação celular, retardamento da senescência, dominância apical, germinação e quebra de dormência de sementes. Também estão envolvidas com o desenvolvimento de organelas, atividades enzimáticas, abertura estomática, desenvolvimento de frutos e hidrólise de reservas de sementes. Da mesma forma que as auxinas, o efeito das citocininas em um dado mecanismo fisiológico está condicionado ao gênero e espécie vegetal associados aos fatores ambientais. Elas estão presentes em altas concentrações nas regiões meristemáticas e de continuado potencial de crescimento, incluindo raízes, folhas jovens, frutos em desenvolvimento e sementes.

3.4 Ácido Abscísico (ABA)

O ácido abscísico é um sesquiterpeno de 15 carbonos derivado da violaxantina, o qual é um produto da degradação dos carotenóides. Em condições de estresse hídrico verifica-se sua síntese a partir do ácido mevalônico em cloroplastos e outros plastídeos das folhas. O ABA atua como inibidor de crescimento de órgãos vegetais, além de estarem relacionadas com os processos fisiológicos de fechamento de estômatos, dormência de gemas, germinação de sementes, abscisão de folhas e frutos e respostas da planta ao estresse hídrico.

3.5 Etileno

O etileno é um hidrocarboneto insaturado de estrutura simples sintetizado a partir da metionina em todas as partes da planta, com exceção de sementes. Mesmo sendo um gás, passou a ser considerado um hormônio vegetal por ser um composto de ocorrência natural nas plantas, estando envolvido em muitos processos fisiológicos desde a germinação até a senescência e morte da planta. Porém, os efeitos mais marcantes do etileno ocorrem no amadurecimento de frutos, abscisão de folhas e frutos, floração e crescimento radicular.

3.6 Brassinoesteróides

Os brassinoesteróides são derivados a partir do 5 α -cholestano e encontrados em dicotiledôneas, monocotiledôneas, gimnospermas e algas. Seu local de síntese ainda não é conhecido, mas sabe-se que estes podem ser encontrados em várias partes vegetais, tais como grãos de pólen, folhas, flores, frutos, caule e brotos, porém nunca em raízes. Os brassinoesteróides atuam na promoção da biossíntese do etileno, alongamento de hastes, inibição do crescimento e no desenvolvimento de raízes.

3.7 Jasmonatos

Os jasmonatos são representados pelo ácido jasmônico, que é um metil éster de ocorrência em todo o reino vegetal, incluindo plantas superiores, samambaias, musgos e fungos. Alguns dos seus efeitos são similares ao ABA e ao etileno, participando na senescência, biossíntese do etileno, fechamento estomático, promovendo a tuberização e inibindo a germinação de sementes.

3.8 Salicilatos

Os salicilatos são uma classe de compostos que possuem atividade similar ao ácido salicílico, também sendo encontrado em todo o reino vegetal. Estes foram identificados em folhas e estruturas reprodutivas de plantas, com um alto nível em inflorescências de plantas termogênicas e plantas infestadas por patógenos necrófitos. Atuam no florescimento, produção de calor em plantas termogênicas, promoção de resistência a doenças, inibição da síntese de etileno e germinação de sementes.

4. REGULADORES VEGETAIS

Regulador vegetal é um composto endógeno ou sintético que quando presente ou aplicado em baixas concentrações resulta na mudança do crescimento e desenvolvimento da planta (Gianfagna, 1987). Para gramados estas mudanças podem incluir aumento da densidade, melhor coloração, menor produção de aparas, redução no florescimento, raízes mais profundas, aumento nas reservas e melhor potencial de recuperação (Bywater, 2002).

Os reguladores vegetais de acordo com Richardson (2002), estão ganhando maior importância nos programas de manejo de gramados. Embora introduzidos originalmente para reduzir a frequência de roçadas e a supressão do florescimento, estes também têm melhorado a tolerância das plantas ao estresse a fatores abióticos como a tolerância à seca (Jiang & Fry, 1998) e a sombra (Qian & Engelke, 1999).

A utilização dos reguladores vegetais, geralmente, é determinada pelo tipo de área gramada e o nível de manutenção (manejo), ou seja, em áreas gramadas que requerem menos manejo como canteiros de estradas e aeroportos é utilizado um tipo de regulador como o imazameth e em campos de golfe que exigem uma maior manutenção são utilizados outros tipos como o flurprimidol, paclobutrazol e o etil-trinexapac (Murphy et al., 2000).

Devido ao principal objetivo da aplicação desses reguladores vegetais na inibição do crescimento das plantas estes são convencionalmente chamados de retardadores vegetais.

5. CLASSIFICAÇÃO DOS RETARDADORES VEGETAIS

QUANTO AO MODO DE AÇÃO

Os retardadores vegetais são classificados em grupos de acordo com seu modo de ação biológico, isto é, a atividade dentro da planta que regula o seu crescimento. Tradicionalmente, haviam três grupos de classificação: Tipo I ou Inibidores da divisão celular; Tipo II ou Bloqueadores da síntese de giberelina (Murphy et al., 2000) e Tipo III, constituídos pelos herbicidas que exibem efeito regulador no crescimento.

Recentemente, Watschke & DiPaola (1998) propuseram que os retardadores vegetais sejam classificados como classes A, B, C, D e E, para melhor diferenciar os modos de ação dos inibidores da síntese de giberelina e até de um grupo adicional para os produtos que aumentam a produção de etileno.

6. RETARDADORES VEGETAIS: INIBIDORES DA SÍNTESE DE GIBERELINAS

A síntese dos ácidos giberélicos é dividida em três fases, a saber:

1ª fase – Reação de ciclização

Esta fase ocorre nos proplastídeos e envolve a ciclização do geranyl geranyl-PP (GGPP) a ent-caureno pela enzima ent-caureno sintetase. Substâncias como o cloreto (2-cloroetil) trimetilamônio ou chlormequat (CCC), Phosphon-D e cloreto de mepiquat inibem a atividade da ent-caureno sintetase, interferindo na síntese dos ácidos

giberélicos logo na formação da primeira giberelina, o GA_{12} (Figura 2) que é o precursor de todos os outros GAs, ou seja, toda a produção de giberelina é bloqueada.

2ª fase – Oxidação para formação do GA_{12} -aldeído

A segunda fase de síntese das giberelinas ocorre no retículo endoplasmático, ocorrendo a oxidação do grupo metil a ácido carboxílico, levando à conversão de ent-caureno à GA_{12} -aldeído e a enzima envolvida nesta fase são enzimas citocromo P450 monoxigenases como a ent-caureno oxidase e a ácido ent-caurenóico hidroxilase. Reguladores vegetais como o paclobutrazol, uniconazole, ancymidol, flurprimidol e tetcyclacis inibem a atividade dessas enzimas bloqueando a síntese de giberelinas nesta fase.

O paclobutrazol (TGR) e o Flurprimidol (Cutless) são dois compostos desta classe, que são absorvidos pelas raízes; logo, uma chuva ou irrigação após a aplicação é muito importante. Ambos promovem redução no crescimento foliar, mas somente o paclobutrazol promove supressão parcial do florescimento.

3ª fase – Formação dos diferentes ácidos giberélicos

É na terceira fase da síntese das giberelinas que ocorre a conversão de GA_{12} -aldeído para a formação dos diferentes ácidos giberélicos. Esta fase ocorre no citoplasma sob a ação de enzimas dioxigenases, sendo o GA_{12} a primeira giberelina formada, que será a precursora das demais giberelinas pela atividade da enzima 3β -hidroxilase, que converte giberelinas de 20 carbonos a giberelinas de 19 carbonos, ou seja, a conversão de GA_{20} para GA_1 pela 3β -hidroxilase (Figura 2) que é a forma biologicamente mais ativa na planta e a giberelina mais ativa no alongamento celular (Heckman et al., 2001). Reguladores vegetais como o etil-trinexapac, prohexadione-Ca e daminozide inibem a atividade dessa enzima bloqueando a formação do GA_1 que é a giberelina mais ativa. Dessas substâncias o etil-trinexapac (Primo, produto comercial utilizado nos E.U.A.) é o único composto desta classe, absorvido via foliar, que

promove redução no crescimento foliar e promove supressão parcial do florescimento. Dos reguladores usados em gramados o etil-trinexapac tem sido o mais aceito para preparar os gramados para vários tipos de estresse (Richardson, 2002).

Os produtos que atuam na 3ª fase são considerados mais seguros na manutenção da qualidade do gramado suprimindo o crescimento do que os produtos da 1ª e 2ª fases por inibir somente a síntese do GA₁, o que significa que outros GAs podem ser sintetizados ao contrário dos outros reguladores que impedem a síntese de qualquer tipo de GA, o que pode levar à injúrias e maior suscetibilidade a estresses ambientais.

Os reguladores vegetais que inibem a síntese de giberelina são os mais utilizados na manutenção de gramados tanto nos E.U.A. como na Austrália devido, principalmente, a duração da regulação e da segurança da qualidade do gramado após a aplicação. Eles regulam a taxa de crescimento de uma maneira muito diferente de outros produtos e por regularem a taxa de crescimento das plantas eles são considerados os verdadeiros reguladores de crescimento e não inibidores de crescimento (Bywater, 2001).

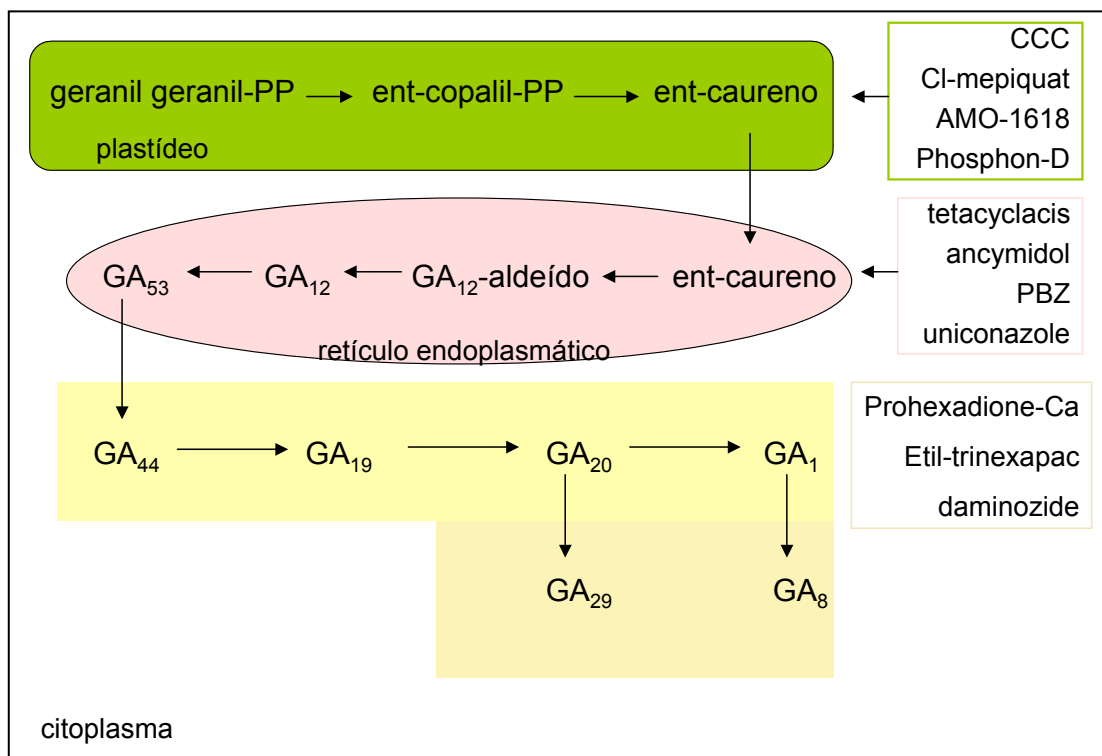


Figura 2. Via metabólica simplificada da síntese de giberelina mostrando o local de ação dos retardadores vegetais da 3 fases de síntese do GA.

7. RETARDADORES VEGETAIS: INIBIDORES DA DIVISÃO CELULAR

Os inibidores da divisão celular são compostos que inibem a divisão e diferenciação celular nas regiões meristemáticas da planta devido uma interferência no metabolismo da citocinina.

Nesta classe estão a hidrazina maléica (Retard) e o mefluidide (Embark) que inibem o crescimento vegetativo e o desenvolvimento de flores (Murphy et al., 2000) e são absorvidos via foliar. A duração do efeito supressivo no crescimento das gramas é menor (3 a 4 semanas) embora sua ação seja mais rápida (5 a 7 dias) que os inibidores da síntese de giberelinas (8 a 14 dias).

Os inibidores da divisão celular são bastante efetivos na supressão do florescimento enquanto os inibidores da síntese de GA suprimem apenas parcialmente o florescimento e reduzem o comprimento do pedúnculo floral. São utilizados em

gramados de baixa a média manutenção, pois podem causar amarelecimento (fitotoxidez) após a aplicação (Murphy et al., 2000).

8. RETARDADORES VEGETAIS: COM EFEITO HERBICIDA

Estes compostos possuem efeito herbicida de pós-emergência mas também podem inibir o crescimento e desenvolvimento de gramados em dose sub letais (Watschke et al., 1992) pela interrupção da síntese de aminoácidos ou de lipídios. São bastante efetivos na supressão do florescimento.

O problema da utilização destes compostos está na estreita faixa da dose a ser utilizada e os cuidados com a aplicação pois, doses acima do limite podem causar injúrias ou morte das plantas do gramado (Kaufmann, 1986). Por este motivo são mais indicados para serem utilizados em gramados de baixa manutenção em que a qualidade do gramado não seja tão importante.

9. RETARDADORES VEGETAIS: PRODUTORES DE ETILENO

O ethephon é um produto que é hidrolisado na planta em etileno, o qual é um hormônio que restringe o alongamento de caules, raízes e folhas (Salisbury & Ross, 1992).

O ethephon é absorvido via foliar com conseqüente supressão do crescimento foliar e parcial supressão do florescimento. É mais apropriado para a supressão do crescimento de gramas de ciclo de inverno do que para gramas de ciclo de verão podendo proporcionar uma supressão de 4 a 6 semanas.

10. DESCRIÇÃO DE ALGUNS REGULADORES VEGETAIS

Paclobutrazol

O paclobutrazol pertence ao grupo dos triazóis, o qual é um grupo altamente ativo no controle do crescimento das plantas. Estes possuem a capacidade de reduzir o crescimento vegetal através da inibição da oxidação microssomal do caureno, no qual é catalisada pela caureno oxidase do citocromo P-450 monooxigenase. A consequência direta será a inibição da biossíntese de giberelinas. O paclobutrazol também atua na inibição da biossíntese de esterol, reduz a quantidade de ácido abscísico, etileno e ácido indol-3-acético e aumenta a quantidade de citocininas (Arteca, 1991). Pode ser absorvido pelas folhas, caules e raízes, sendo translocado via xilema até os meristemas subapicais de crescimento, onde irá inibir a biossíntese de giberelinas e, conseqüentemente, o alongamento celular. Deste modo, as gramíneas continuam emitindo folhas, perfilhos e inflorescências, porém bem menores que as plantas não tratadas (Tomlin, 1995).

Existe uma vasta quantidade de trabalhos envolvendo o uso do paclobutrazol para o controle do crescimento em gramados. Porém, os resultados variam bastante com relação à época de aplicação, número de aplicações realizadas durante a estação de crescimento, doses do produto e, principalmente, espécie de grama. Uma aplicação de paclobutrazol a 1,1 kg/ha realizada no final da primavera suprimiu o crescimento vegetativo de *C. dactylon* por 3 semanas após a aplicação. A supressão aumentou em uma semana quando o composto foi reaplicado a 0,56 kg/ha após 15 dias na mesma área tratada (Johnson, 1989).

Com relação ao parcelamento, as aplicações feitas no final da primavera e início de verão, geralmente, necessitam de doses maiores do regulador vegetal devido à alta atividade vegetativa das gramas tropicais. Em contrapartida, doses mais altas também proporcionam níveis mais altos de injúria. Aplicações de paclobutrazol feitas

no outono, mesmo em doses altas, apresentam resultados menos satisfatórios e de menor durabilidade quando comparadas às aplicações feitas nas épocas anteriores (Johnson, 1992a; Johnson, 1994).

É conhecido que o paclobutrazol possui baixíssimo efeito sobre *Paspalum notatum*, principalmente sobre a emissão de haste floral (Johnson, 1990).

Etil-trinexapac

O etil-trinexapac é um regulador vegetal pertencente ao grupo químico das ciclohexanodionas, das quais fazem parte os herbicidas inibidores da enzima ACCase presente na rota metabólica dos lipídeos (Vidal, 1997). Apresenta estrutura química similar aos graminicidas sethoxydim e clethodim, porém, sua ação está diretamente relacionada com a inibição da biossíntese de giberelinas (Adams et al., 1991; Fagerness & Penner, 1998). Este regulador vegetal reduz o nível de giberelinas ativas, principalmente, GA₁ através da redução da atividade da enzima GA₂₀-3β-hydroxilase. Por sua vez, a inibição da atividade desta enzima, provavelmente, resulta da competição entre o regulador vegetal e o 2-oxoglutarato pelo co-substrato Fe⁺²/ascorbato-dependente dioxigenase (Adams et al., 1991). Uma vez absorvido via foliar, o etil-trinexapac é translocado até os pontos de crescimento da planta influenciando, principalmente, o alongamento dos internós da planta (Tomlin, 1995).

Até o momento, poucas pesquisas foram conduzidas com o etil-trinexapac com objetivo de regular o crescimento de gramados, principalmente, por tratar-se de um regulador vegetal relativamente novo no mercado mundial. Aplicado a 0,2kg/ha, o regulador suprimiu o crescimento de *C. dactylon* por 3 semanas após a aplicação.

Duas aplicações de etil-trinexapac, uma inicial de 0,2 kg/ha e outra a 0,1 kg/ha 15 dias após, aumentou a supressão do crescimento para 5 semanas após a primeira aplicação. Quando a segunda aplicação de 0,1 kg/ha foi efetuada 21 dias após a primeira aplicação, o período de supressão total da gramínea voltou a cair para 4

semanas após a primeira aplicação (Johnson, 1992b). Outro trabalho, também conduzido por Johnson (1994), revelou que três aplicações de etil-trinexapac, sendo a primeira no final da primavera de 0,2 kg/ha e duas outras de 0,1 kg/ha 4 e 8 semanas após a primeira, respectivamente, proporcionaram redução de crescimento de *C. dactylon* durante 12 semanas após a primeira aplicação, o que representou redução de 70% na quantidade de roçadas que seriam efetuadas na área caso o regulador vegetal não tivesse sido aplicado. Embora a densidade de plantas não tenha sido alterada, a qualidade visual do gramado foi significativamente afetada pelas três aplicações seqüenciais de etil-trinexapac quando comparado com três aplicações de flurprimidol.

Diferentemente do paclobutrazol, o etil-trinexapac demonstrou boa atividade sobre *P. notatum*, uma vez que proporcionou reduções significativas no crescimento e emissão da haste floral da grama por um período de até 8 semanas após a aplicação (Johnson, 1990).

No Brasil, o único trabalho envolvendo a utilização de regulador vegetal foi conduzido por Freitas et al. (2002), sendo que estes verificaram relação direta entre o aumento das doses de etil-trinexapac e o período de controle do crescimento vegetativo e do florescimento de *P. notatum*, sem que houvesse efeito sobre a coloração do gramado. Com isso, foi possível evitar cortes no gramado pelo período de até 12 semanas com a aplicação da dose de 0,75 kg/ha.

Glyphosato

O glyphosate é um herbicida não seletivo de ação sistêmica pertencente ao grupo químico dos derivados da glicina. É absorvido via foliar e apresenta rápida translocação no interior da planta. Atua sobre a atividade enzimática responsável pela formação dos aminoácidos triptofano, tirosina e fenilalanina e outros produtos endógenos. Também inibe a fotossíntese, a síntese de ácidos nucléicos e estimula a

produção de etileno (Rodrigues, 1998). O local específico de ação do glifosato é a enzima da via do ácido chiquímico formalmente conhecida como 5-enolpiruvil chiquimato fosfato sintase (EPSP sintase). A dramática inibição desta enzima resulta no decréscimo do nível de aminoácidos aromáticos e uma lenta paralisação do crescimento até a morte da planta.

Aplicado a baixas doses, o glifosato possibilita redução balanceada da EPSP sintase até o nível de paralisar o crescimento da planta sem causar a morte da mesma, atuando assim como um regulador de crescimento (Arteca, 1991). Trabalho conduzido nos E.U.A. demonstrou que o glifosato sal isopropilamina aplicado a 0,2 kg/ha no final da primavera possibilitou a redução do crescimento de *Paspalum notatum* por até 3 semanas após a aplicação sem causar injúrias. Quando aplicados em associação com 2,4-D nas doses de 0,2 + 0,3 kg/ha e a 0,3 + 0,4 kg/ha causou severas injúrias até 6 semanas após a aplicação, porém reduziu o crescimento da gramínea e a emissão de hastes florais por até 10 semanas após a aplicação (Johnson, 1990).

Imazaquin e Imazethapyr

Estes dois herbicidas, pertencentes ao grupo químico das imidazolinonas, possuem ação seletiva e também são considerados como inibidores de aminoácidos.

Ambos atuam na inibição da síntese do ácido acetohidróxido (AHAS) ou acetolactato sintase (ALS), uma enzima comum no processo de biossíntese de três aminoácidos alifáticos de cadeia ramificada: valina, leucina e isoleucina. Esta inibição interrompe a síntese protéica que, por sua vez, interfere na síntese do DNA e no crescimento celular (Rodrigues, 1998). Estes são facilmente absorvidos pelas raízes e folhas e também rapidamente translocados no interior da planta via xilema e floema até os pontos de crescimento onde se acumulam (Arteca, 1991). A seletividade é

conseguida através da capacidade de desintoxicação que algumas espécies vegetais possuem (Tomlin, 1995).

A aplicação de imazethapyr a 0,08kg/ha no final da primavera inibiu o crescimento vegetativo de *P. notatum* por até 5 semanas após a aplicação e a emissão de hastes florais por até 10 semanas após a aplicação.

Porém, proporcionou injúrias a níveis de 25 a 30% nas gramíneas (Johnson, 1990).

Goatley et al. (1996) aplicaram imazaquin a 0,42kg/ha em três diferentes épocas durante o ciclo de crescimento de *P. notatum*, a saber, no final da primavera, início do verão e final do verão e constataram que o herbicida proporcionou leves injúrias e reduções maiores que 80% na emissão da haste floral até 8 semanas após a aplicação, independentemente da época em que foi aplicado. Entretanto, o herbicida não apresentou boa eficácia na redução de crescimento da grama, chegando a igualar-se à testemunha não tratada 6 semanas após a aplicação.

Metil-sulfuron

O metil-metsulfuron é um herbicida pertencente ao grupo químico das sulfoniluréias, sendo também considerado como inibidor da síntese de aminoácidos. Da mesma forma que as imidazolinonas, o metil-sulfuron é um inibidor irreversível de ALS impedindo a síntese dos aminoácidos essenciais valina, leucina e isoleucina (Vidal, 1997). Após ser absorvido via foliar, apresenta rápida translocação no interior da planta via xilema e floema, acumulando-se na gema apical e pontos de crescimento das raízes, onde inibe a divisão celular e paralisa o crescimento das plantas sensíveis ao produto (Tomlin, 1995). Ensaio preliminares conduzidos por Miller & King (1983) envolvendo o metil-sulfuron revelaram que o composto apresentava-se promissor no controle do crescimento de *Cynodon dactylon*. Rogers et al. (1987) verificaram que o metil-sulfuron não causou nenhuma injúria em *Cynodon dactylon*, mesmo quando

aplicado em altas doses como 140 g/ha. Contudo, o herbicida não proporcionou grandes reduções de crescimento, principalmente quando aplicado no final do verão.

11. EFEITO DOS RETARDADORES VEGETAIS NA REDUÇÃO DO CRESCIMENTO FOLIAR

Ervin & Koski (1998) verificaram que a aplicação de etil-trinexapac em *Lolium perenne* L. (ryegrass) em câmara de crescimento no Colorado, E.U.A., promoveu a redução da taxa de alongamento das folhas por dia em dois anos consecutivos (Figura 3). Atualmente, alguns retardadores vegetais desenvolvidos para gramados mais nobres suprimem o crescimento na vertical, mas usualmente, não afetam o crescimento na lateral ou horizontal de estolões (Murphy et al., 2000).

Ervin & Koski (2001) investigando os possíveis efeitos do etil-trinexapac na composição bioquímica e na anatomia da grama Kentucky observaram aumento na densidade celular e redução no comprimento celular evidenciando a formação de folhas mais curtas (Figura 4).

Fagerness et al. (2002) verificaram que a aplicação de etil-trinexapac ou paclobutrazol em campo de golfe com *Poa annua* L. permitiu melhor rolagem da bolinha ao longo do dia do que o corte da grama, sendo um manejo ideal para dias de campeonato. No entanto, o corte proporcionou maior velocidade da bolinha que a aplicação dos reguladores vegetais.

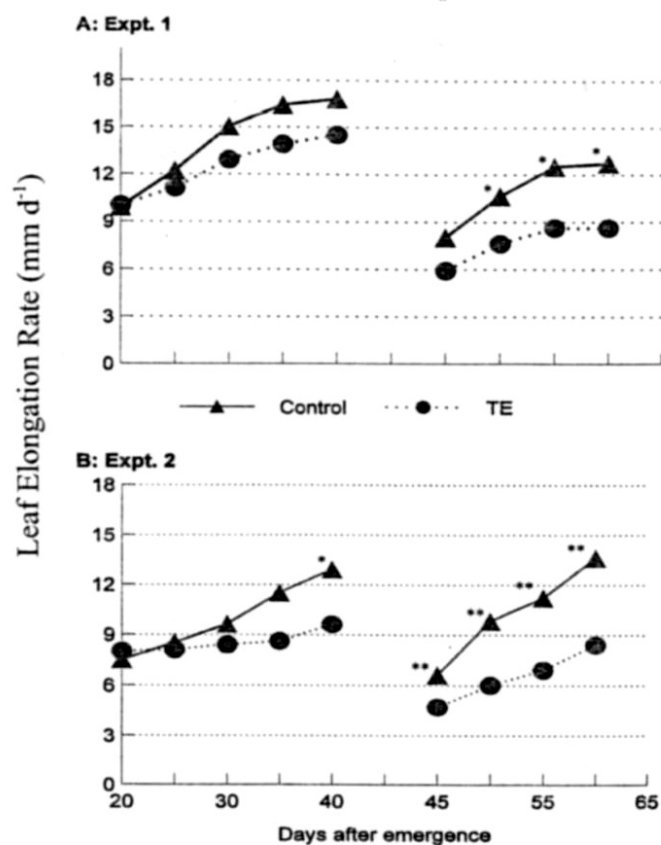


Figura 3. Taxa de alongamento da folha de *Lolium perenne* L. (mm dia⁻¹) com e sem aplicação de etil-trinexapac em dois anos consecutivos no Colorado, E.U.A..

12. EFEITO DOS RETARDADORES VEGETAIS NA RESISTÊNCIA À SECA DE GRAMADOS

A falta de água para irrigação é um dos mais importantes problemas a indústria de gramados nos EUA. De acordo com Jiang & Fry (1998) o desenvolvimento de novas estratégias para melhorar a resistência dos gramados à seca pode incluir a utilização de reguladores vegetais. Green et al. (1990) em estudos realizados em casa de vegetação observaram que reguladores vegetais efetivos na redução do crescimento foliar podem reduzir a evapotranspiração em mais de 29% tanto pra gramas de inverno ou verão.

Doyle & Shearman (1985) verificaram que a utilização do mefluidide e do flurprimidol reduziu a evapotranspiração potencial de Kentucky Bluegrass (*Poa pratensis* L.) aos 35 e 42 dias no campo.

Mefluidide aplicado no final da primavera nos E.U.A. em Anual bluegrass (*Poa annua* L.) melhorou a resistência à seca pela supressão do crescimento da parte aérea e aumento do sistema radicular (Cooper et al., 1987).

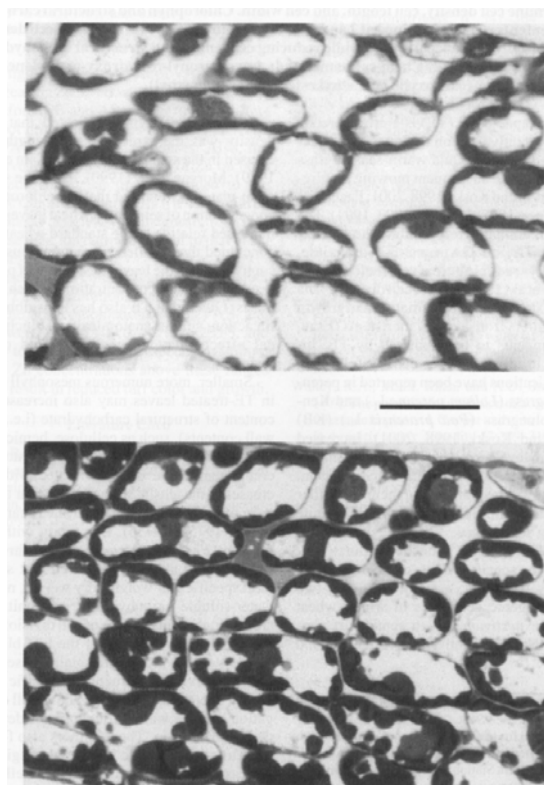


Figura 4. Secção longitudinal da lâmina foliar de Kentucky bluegrass (x100). A secção inferior refere-se à lâmina foliar que recebeu a aplicação de etil-trinexapac mostrando maior densidade celular (750 cél./mm^2) e células mais curtas ($45 \mu\text{m}$) do que na secção superior de uma lâmina foliar que não recebeu a aplicação (560 cél./mm^2 e $56 \mu\text{m}$).

13. EFEITO DOS RETARDADORES VEGETAIS EM GRAMADOS SOB AMBIENTE SOMBREADO

Nos E.U.A. a quantidade de gramados manejada sob condições de sombra é estimada em cerca de 25% do total de gramados existentes (Beard, 1973). A falta da luz solar para um crescimento vigoroso do gramado e o aumento da pressão de doença torna a manutenção de um gramado de alta qualidade na sombra muito difícil.

A grama crescida em sombra é menos tolerante aos danos que podem ser causados por patógenos ou pelo tráfego de máquina devido à natureza mais fraca da planta. O estiolamento (alongamento) é aparentemente mediado pela produção de altos níveis de giberelina na planta devido à inativação do fitocromo pela irradiância de luz no comprimento de onda na região do vermelho curto (Cooke et al., 1975; Rood et al., 1986). O sombreamento pode aumentar a sensibilidade da planta à GA levando ao crescimento excessivo da parte aérea o que é indesejável em gramados, pois, aumenta a necessidade de roçada.

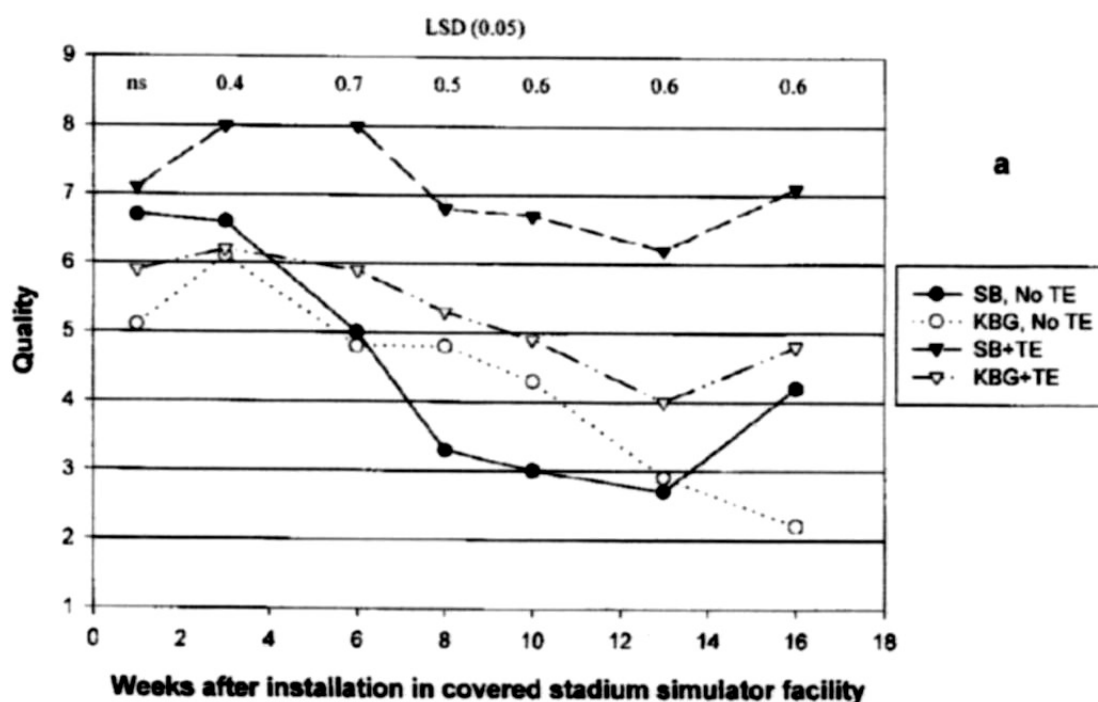


Figura 5. Qualidade do gramado de Kentucky Bluegrass (KGB) e Supina Bluegrass (SB) em condições de sombreamento (simulador de estádio coberto) com e sem aplicação de etil-trinexapac (TE) em função das semanas após a instalação.

Aplicações de GA reduzem a qualidade do gramado por causarem uma coloração verde mais clara, reduzir o perfilhamento e o crescimento das raízes.

Stier & Rogers III (2001) observaram que a aplicação de etil-trinexapac em Supina Bluegrass (SB) e Kentucky Bluegrass (KGB) em Michigan, E.U.A. em condições de baixa irradiância solar permitiu manter uma melhor qualidade do gramado (Figura 5).

O aumento na densidade celular e no conteúdo de clorofila b pode aumentar a tolerância à sombra. Qian & Engelke (1999) observaram aumento na tolerância a sombra em *Zoysia matrella* (L.) Merr. e Kentucky bluegrass após a aplicação de etil-trinexapac e flurprimidol.

14. EFEITO DOS RETARDADORES VEGETAIS CONTRA ESTRESSES AMBIENTAIS.

Recentemente, o uso dos reguladores vegetais tem sido sugerido para aclimatizar ou pré-condicionar o gramado a uma condição de estresse, possivelmente através do acúmulo de carboidratos não estruturais e alteração da partição destes carboidratos. A utilização do etil-trinexapac em gramado de *Festuca arundinaceae* Schreb. na Califórnia proporcionou boa inibição do crescimento das folhas por um período de quatro semanas em dois anos; no entanto, não foi observado nenhum aumento da concentração de carboidratos não estruturais e nem da fitomassa das folhas, raízes e coroa após 6 a 7 semanas da aplicação (Richie et al., 2001).

Como o etil-trinexapac reduz o período de alongamento celular resultando em folhas mais curtas espera-se que haja aumento na densidade do mesófilo e, conseqüentemente, aumento no conteúdo de carboidratos estruturais. Ervin & Koski (2001) investigando os possíveis efeitos do etil-trinexapac na composição bioquímica e na anatomia da grama Kentucky bluegrass observaram aumento na densidade celular e na concentração da clorofila b e redução no comprimento celular, mas os carboidratos estruturais não foram afetados.

15. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de reguladores vegetais em gramados é uma técnica bastante estudada e utilizados nos E.U.A. tanto em campo de golfe, futebol americano, beisebol e outros campos esportivos como em rodovias.

Pelos resultados apresentados fica evidente que o uso de reguladores vegetais em gramados ainda necessita ser muito explorado por parte dos pesquisadores brasileiros, principalmente, em relação ao efeito dos respectivos compostos em cada uma das espécies utilizadas na formação de gramados. Doses, épocas de aplicação e associação entre os compostos ou herbicidas visando o melhor controle de crescimento e emissão das hastas florais também devem ser objetos de pesquisa, uma vez que ainda não existe uma recomendação oficial e segura para o manejo de gramados através do uso de reguladores vegetais no Brasil.

16. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, R., WEILER, E.W., KERBER, E., PFISTER, K., SCHÄR, H.P. Studies on the action of the new growth retardant CGA 163935. In: BRITISH CROP PROTECTION CONFERENCE, p. 1133-1138, 1991.

ARTECA, R.N. **Plant growth substances: principles and applications**. New York: Champman & Hall, 1995. 332p.

BEARD, J.B. **Turfgrass: Science and culture**. New York: Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1973, 235p.

BEARD, J.B. An assessment of water use by turfgrasses. *Turfgrass Water Conservation*. Univ. of California Division of Agriculture & Natural Resources, 1985. [http:// www.turfgrassod.org/trc/statistics.html](http://www.turfgrassod.org/trc/statistics.html) (acesso em 24/08/2002 às 3:35).

BURPEE, L.L. Effects of plant growth regulators and fungicides in Rhizoctonia blight of Tall Fescue. **Crop Protection**, v. 17, n. 6, p. 503-507. 1998.

BURPEE, L.L., GREEN, D.L., STEPHENS, S.L. Interactive effects of plant growth regulators and fungicides on epidemics of dollar spot in creeping Bentgrass. **Plant Diseases**, v. 80, p. 1245-1250. 1996.

BYWATER, M. Plant growth regulators – mode of action. **Australian Turfgrass Management**, <http://www.agcsa.com.au/atm/article/vol33/pgr.htm> (acesso em 20/11/2002).

COOKE, R.J., SAUNDERS, P.F., KENDRICK, R.E. Red light induced production of gibberellin-like substances in homogenates of etiolated wheat leaves and in suspensions of intact etioplasts. **Planta**, v.124, p.319-328, 1975.

COOKE, A.R. The future of specialty plant growth regulators. **Proc. Plant Growth Regulator Soc. Am.**, v.14, p.2. 1987.

COOPER, R.J., HENDERLONG, P.R., STREET, J.R., KARNOK, K.J. Root growth, seedhead production, and quality of annual bluegrass as affected by mefluidide and a wetting agent. **Agronomy Journal**. v.79, p.929-34, 1987.

DAVIS, T.D., CURRY, E.A. Chemical regulation of vegetative growth. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 10, n. 2, p. 151-188. 1991.

DERNOEDEN, P.H. Four-year response of a Kentucky Bluegrass-Red Fescue turf to plant growth retardants. **Agronomy Journal**, v. 76, p.807-813, 1984.

DOYLE, J.M., SHEARMAN, R.C. Plant growth regulator effects on evapotranspiration of a Kentucky bluegrass turf. In: *Agronomy Abstracts*, American Society of Agronomy, Madison, Wis., 1985.

ERVIN, E.H., KOSKI, A.J. Growth responses of *Lolium perenne* L. to trinexapac-ethyl. **Hortscience**, v.33, p.1200-2. 1998.

ERVIN, E.H., KOSKI, A.J. Trinexapac-ethyl increases Kentucky bluegrass leaf cell density and chlorophyll concentration. **Hortscience**, v.36, n.4, p.787-9. 2001.

FAGERNESS, M.J., PENNER, D. Spray application parameters that influence the growth inhibiting effects of trinexapac-ethyl. *Crop Science*, v. 38, p. 1028-1035. 1998

FAGERNESS, MJ., YELVERTON, F.H., ISGRIGG III, J., COOPER, R. J. Plant growth regulators and mowing height affect ball roll and quality of creeping bentgrass putting greens. **HortScience**, v.35, n.4, p.755-9, 2000.

FREEBORG, R.P., DANIEL, W.H. Growth regulation of *Poa pratensis* L. In: Proceedings 4th International Turf Research Conference of University of Guelph, Canada. p. 477-486. 1981.

FREITAS, F.C.L., FERREIRA, L.R., Silva, A.A., BARBOSA, J.G., MIRANDA, G.V. Efeitos de trinexapac-ethyl sobre o crescimento e florescimento da grama-batatais. **Planta Daninha**, Viçosa, v.20, n.3, p.475-484. 2002.

GIANFAGNA, T.J Natural and synthetic growth regulators and their use in horticultural and agronomic crops. In: DAVIES, P.J. (ed.) **Plant hormones and their role in plant growth and development**. Boston: Kluwer, p.614-635, 1987.

GREEN, R.L.,KIM, K.S., BEARD, J.B. Effects of Flurprimidol, mefluidide, and soil moisture on St. Augustinegrass evapotranspiration rate. **Hortscience**, v.25, p.439-41, 1990.

HECKMAN, N.L., HORST, G.L., GAUSSOIN, R.E., TAVENER, B.T. Trinexapac-ethyl influence on cell membrane thermostability of Kentucky bluegrass leaf tissue. **Scientia Hort.**, v.92, p.183-6, 2002.

INFORMATIVO VERDE DA ITOGRASS, São Paulo: Itograss, n.55, 2002.12 p.

JIANG, H., FRY, J. Drought responses of perennial ryegrass treated with plant growth regulators. **Hortscience**, v.33, n.2, p.270-3, 1998.

JOHNSON, B.J. Response of tall fescues (*Festuca arundinacea*) to plant growth regulators and mowing frequency. **Weed Technology**, v.3, p.54-59, 1989.

JOHNSON, B.L. Tifway bermudagrass responses to plant growth regulator application dates. **HortScience**, v.25, n.4, p.436-438, 1990.

JOHNSON, B.L. Response of Tifway bermudagrass to rate and frequency of flurprimidol and paclobutrazol application. **HortScience**, v.27, n.3, p.230-233, 1992a.

JOHNSON, B.L. Response of bermudagrass (*Cynodon* sp) to CGA 163935. **Weed Technology**, v.6, p.577-582, 1992b.

JOHNSON, B.J. Influence of plant growth regulators and mowing on two Bermudagrasses. **Agronomy Journal**, v.86, p.805-810, 1994.

KAUFMANN, J.E. Growth regulators for turf. **Grounds Maintenance**, v.21, n.5, p.72, 1986.

MARCUM, K., JIANG, K. Effects of plant growth regulators on Tall Fescue rooting and water use. **Journal of Turfgrass Management**, v.2, p.13-27, 1997.

MILLER, E.M., KING, J.W. DPX6376 and DPX-5648 (Oust) on common bermudagrass (*Cynodon dactylon*) turf. In: Proceedings Southern Weed Science Society, v.36, p.122, 1983.

MURPHY, T.R., WHITWELL, T., McCARTY, B., YELEVERTON, F.H. **Turfgrass plant growth regulators: Best Golf Management Practices**. Prentice Hall, 2000.

QIAN, Y.L., ENGELKE, M.C. Influence of trinexapac-ethyl on Diamond zoysiagrass in a shade environment. **Crop Science**. v.39, p.202-8, 1999.

QIAN, Y.L., ENGELKE, M.C., FOSTER, M.J.V., REYNOLDS, S. Trinexapac-ethyl restricts shoot growth and improves quality of Diamond zoysiagrass under shade. **HortScience**, v.33, n.6, p.1019-22, 1998.

RAVEN. P.H., EVEREST, R. F., EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 906p. 1992.

RICHIE, W.E., GREEN, R.L., MERINO, F. Trinexapac ethyl does not increase total nonstructural carbohydrate content in leaves, crowns, and roots of Tall Fescue. **Hortscience**, v.36, n.4, p.772-5, 2001.

RICHARDSON, M.D. Turf quality and freezing tolerance of Tifway bermudagrass as affected by late season nitrogen and trinexapac-ethyl. **Crop Sci.**, v.42, p.1621-6, 2002.

RODRIGUES, B.N. **Guia de herbicidas**. 4.ed. Londrina, 1998. 646 p.

ROOD, S.B., BEALL, F.D., PHARIS, R.P. Photocontrol of gibberillin metabolism in situ in maize. **Plant Physiol.**, v.80, p.448-53, 1986.

SHEPARD, D., DiPAOLA, J.M. regulate growth and improve turf quality. **Golf Course Management**. v. 68, n.3, p. 56-9, 2000.

STIER, J.C., ROGERS III, J.N. Trinexapac-ethyl and iron effects on Supina and Kentucky Bluegrass under low irradiance. **Crop. Sci.**, v.41, p.457-65, 2001.

TOMLIN, C. **The pesticide manual handboock**. 10.ed. Inglaterra: British Crop Protection Council, 1995. 1341 p.

TURFGRASS PRODUCERS INTERNATIONAL. Turfgrass – functional, recreational e aesthetic. Turf Resource Center, 2002. Disponível em: <http://www.turgrassod.org/trc/statistics.html> (acesso em 23/08/2002 às 2:35).

WATSCHKE, T.L. Growth regulation of Kentucky bluegrass with several growth retardants. **Agronomy Journal**. v.68, p.781-91, 1976.

WATSCHKE, T.L., WEHNER, D.J. , DUICH, J.M. initial and residual effects of growth regulators on a Pennstar-Fylking Kentucky Bluegrass blend. In: Proceedings N. E. Weed Science Society, v.34, p.382-388. 1977.

WORLD SPORTS MAGAZINE, São Paulo: World Sports Magazine, n.6, 2002. 50.p

VIDA, R.A. **Herbicidas: mecanismo de ação e resistência de plantas**. Porto Alegre, 1997. 165 p.