

ESTRESSE EM GRAMADOS E FATORES FISIOLÓGICOS CORRELATOS

Cláudio H. Golombek

Engenheiro Agrônomo
M. Sc. Horticulture
Gramaviva/Golombek – São Paulo-SP

1. Introdução

São diversas as interações entre gramados e o meio que os circunda. Neste trabalho analisamos alguns fatores que geram desgaste e como funcionam os mecanismos internos das plantas envolvidas. Dificilmente plantas a campo estão sujeitas a formas isoladas de estresse, e geralmente diferentes causadores de estresse estão associadas simultaneamente.

Como estresse podemos definir fatores bióticos e abióticos que afetam negativamente o funcionamento fisiológico ótimo de uma planta. Abaixo citamos alguns exemplos:

- falta de água, luz, nutrientes, ar;
- excesso de pisoteio e solos conseqüentemente compactados;
- danos físicos à planta;
- excesso de água, nutrientes e uso;
- pragas, doenças, ervas daninhas;
- mau uso de insumos;
- equipamentos mal regulados e/ou inadequados;
- sensibilidade a defensivos;
- outros fatores.

A espécie ou variedade de grama define sua tolerância aos fatores ambientais:

- tolerância ao sombreamento;
- tolerância à salinidade;
- tolerância a deficiência hídricas;
- exigências nutricionais;
- tolerância ao pisoteio e capacidade de recuperação;
- outros fatores.

2. Luz

Um dos fatores envolvidos e um dos mais importantes é a luz. A quantidade relativa de clorofila na célula aumenta para compensar a queda na intensidade luminosa, isso também depende de outros fatores, tais como altura de corte, temperatura ambiente etc.



Variação na radiação incidente num dia claro em East Lansing, MI, EUA (em cal/cm²/min) -

Fonte: Beard, J. 1973

Como baixa intensidade luminosa, apenas para referência, consideram-se valores menores que 0,4 cal/cm²/min.

Mudanças fisiológicas típicas como resposta a baixa intensidade luminosa:

- aumento do conteúdo de clorofila na planta;
- decréscimo na taxa respiratória;
- menor ponto de compensação;
- menor reserva de carboidratos;
- menor relação carboidratos/Nitrogênio;
- redução na taxa de transpiração;
- maior teor de umidade nos tecidos;
- menor pressão osmótica.

Grama Bermuda e Zoysia perdem coloração quando altas taxas luminosas (> 0,75 cal/cm²/min) estão associadas a baixas temperaturas (< 7 °C). Isso porque as altas taxas luminosas quebram a molécula de Clorofila e as baixas temperaturas reduzem a síntese de clorofila. Mecanismos semelhantes ocorrem com gramas Santo Agostinho (*S. secundatum* (Walt.) Kuntze), São Carlos (*Axonopus* sp.) e *Eremochloa ophiuroides* (Munro)Hack.

Diversas respostas morfológicas também se associam a baixas intensidades luminosas: folhas mais finas, redução na largura das folhas, redução na densidade de brotos, internódios mais longos, redução no perfilhamento, diâmetro do caule, crescimento mais ereto.

As fragilidades geradas pela baixa intensidade luminosa acarretam em menor resistência ao uso, doenças, calor, seca e tolerância ao frio. O fato de gramas sob baixa intensidade luminosa terem crescimento mais verticalizado, provoca uma remoção proporcionalmente maior de tecido quando da prática do corte.

A redução na exposição à luz pode vir de várias formas: resíduos de corte não removidos, sombreamento por espécies mais altas, exposição sul do terreno, práticas de cobertura de grama etc.

Algumas plantas possuem germinação afetada por uma reação fotoquímica. A germinação do Pé-de-galinha (*Eleusine* sp.) sob sombra é bem menor do que a que ocorre sob sol. A figura abaixo, retirada de um livro de James Beard ilustra esse fato.



Diferença em germinação de Capim Pé-de-Galinha com (esquerda) e sem luz solar.

Como na maioria das paisagens, gramados crescem associados a diferentes graus de sombreamento, provocados por árvores, arbustos etc. Além da óbvia redução na intensidade luminosa, sombreamento também pode causar alteração nos seguintes fatores:

- alteração na qualidade da luz incidente;
- restrição ao movimento de ar;
- moderação na amplitude de variação térmica;
- aumento na umidade relativa;
- aumento no nível de CO₂;
- competição radicular por água e nutrientes.

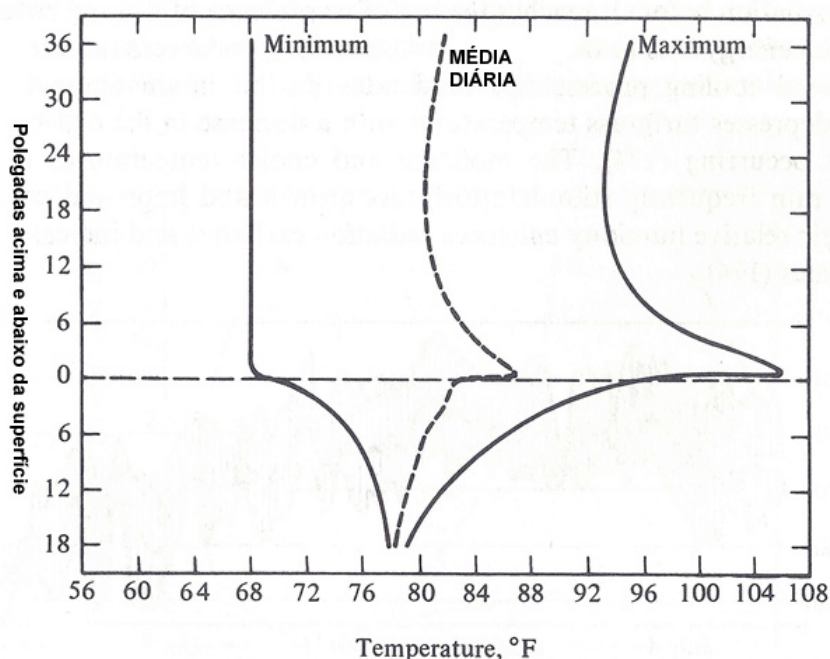
Em seguida cita-se uma tabela de adaptação relativa à sombra. (baseada em Beard, J. 1973):

EXCELENTE	BOA	MÉDIA	PEQUENA
Santo	<i>Zoysia</i>	<i>Axonopus</i> sp.	Capim Buffel
Agostinho	<i>japonica</i>	<i>Eremochloa ophiuroides</i>	Gramma Bermuda
<i>Zoysia matrella</i>			

Cuidados com níveis de adubação, irrigação, redução da sombra, altura de corte e outros ajudam na sobrevivência de gramados submetidos a baixas intensidades luminosas.

3. Temperatura

Dependendo da espécie, a tolerância ao frio ou calor fica dentro de uma faixa de temperatura ampla. Em geral a morte se deve à destruição do protoplasma. Acima de 51 °C e abaixo de 0 °C há pouca atividade metabólica sendo que a faixa normal de crescimento e desenvolvimento gira em torno de 4 a 40 °C.



Gradientes verticais nas temperaturas máximas, mínimas e médias diárias acima e abaixo do nível do solo em gramado de *Agrostis palustris* cortada a cerca de 6 mm. Dia ensolarado no meio do verão em East Lansing, MI – EUA (fonte: Beard, J. 1973)

A planta recebe o calor solar e outros, mantendo sua temperatura essencialmente por evapotranspiração. A variação de temperatura é maior acima e próximo à superfície do solo e

cada espécie de gramado tem sua faixa ideal de temperatura, onde a temperatura ideal para máximo crescimento nem sempre coincide com aquela em que as plantas aparentam melhor qualidade.

A temperatura ótima (medida no nível do solo) para crescimento sustentado da parte aérea de gramados de clima frio oscila entre 15,5 e 24 °C e para gramados de clima quente entre 27 e 35 °C. O mínimo além do qual o crescimento de *Zoysia* torna-se quase nulo é de aproximadamente 13 °C e para as gramas Bermuda essa temperatura (média diurna) cai para 10 °C.

Para as raízes de gramas de clima quente, a faixa de temperatura ótima para crescimento está entre 24 e 30°C, sendo essa temperatura medida a 15 cm de profundidade. Já para a fotossíntese os ótimos de temperatura são ligeiramente mais altos, cerca de 35 °C.

A temperatura também é um dos fatores que rege o crescimento ótimo para alguns fungos patogênicos. Nem sempre, no entanto, o ótimo de crescimento está ligado ao ótimo de ataques infecciosos, onde esses últimos estão mais ligados às condições quando a planta tem baixo crescimento vegetativo. O quadro abaixo (retirado de Beard, J. 1973) ilustra esse fato.

	Faixa de temperatura para crescimento do fungo (°C)		
	Mínimo	Ótimo	Máximo
Fungo patogênico			
<i>Typhula itoana</i>	-6 a 1,7	7 a 15	21 a 24
<i>Fusarium nivale</i>	0	18,3 a 21	32
<i>Corticium fuciforme</i>	2 a 4	18 a 21	32
<i>Sclerotinia homoeocarpa</i>	2 a 4	21 a 27	32 a 35
<i>Ustilago striiformis</i>	4 a 7	21 a 27	32 a 35
<i>Rhizoctonia solani</i>	4 a 7	24 a 32	35 a 38
<i>Pythium ultimum</i>	4	27 a 29	38
<i>Pythium aphanidermatum</i>	7	32 a 35	43 a 46

Danos aos gramados ligados à temperatura geralmente estão ligados à combinação de calor, uso, dessecação e doenças. O estresse causado pelo calor enfraquece o gramado expondo-o aos outros fatores estressantes.

Mesmo sob irrigação o estresse causado por calor e dessecação pode ocorrer. Por isso é muito difícil distinguir-se entre os dois. Um dos primeiros sintomas de excesso de calor é

um aumento na taxa de maturação do sistema radicular, seguida pela sua morte. Raízes que sofrem de estresse sob alta temperatura ficam marrons, espiraladas e fracas. A iniciação de novas raízes a partir dos tecidos meristemáticos fica bloqueada. Também o crescimento aéreo declina, reduzindo a largura, comprimento e área foliar. A taxa de aparecimento de novas folhas cai, assim como sua suculência. Adquirem coloração azul esverdeada e mais escura, caindo também a densidade foliar. Altas temperaturas provavelmente causam destruição de certas enzimas, e um desbalanço entre processos metabólicos acelerando-os ou degradando algum metabólito essencial.

A temperatura ótima para fotossíntese é consideravelmente menor do que aquela ótima para crescimento. Com a queda na fotossíntese o efeito óbvio é a depleção das reservas da planta, sob temperaturas mais altas, principalmente para espécies de clima frio.

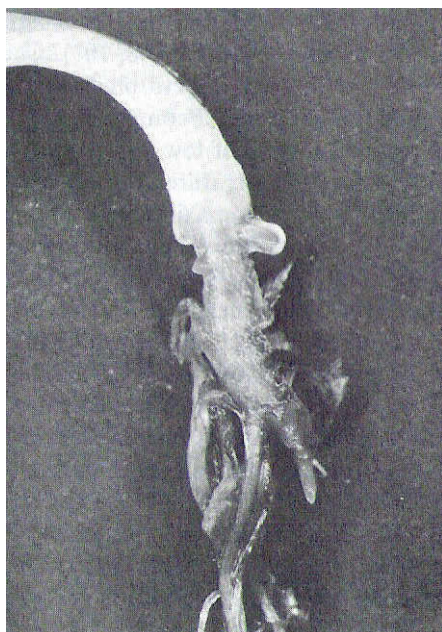
Altas temperaturas influenciam outros processos fisiológicos, tal como o funcionamento dos estômatos e isso afeta o resfriamento da planta, causando um aumento na temperatura das folhas a níveis possivelmente letais. O grau de atividade e seletividade de herbicidas também é afetado pela temperatura, o 2,4-D, por exemplo, é mais ativo e mais absorvido a altas temperaturas.

A resistência ao calor depende do pH do solo, sombreamento, espécie, altura de corte, regime hídrico, idade dos tecidos e outros fatores. Em geral as espécies de clima quente possuem grande tolerância ao calor excessivo.

Quanto ao estresse causado por baixas temperaturas (solo) está igualmente ligado à ocorrência de geadas. Em geral as condições favoráveis ao crescimento das plantas a tornam mais suscetíveis a danos causados pelo frio.

Em geral as *Zoysias* são mais tolerantes ao frio do que as Bermudas, mas isso pode reverter-se dependendo da variedade, condições culturais e outros fatores importantes.

Áreas **compactadas** ou de má drenagem reduzem as chances da planta em sobreviver ao frio. Nos tecidos meristemáticos, mais especificamente a coroa, a resistência ao frio é maior na parte superior, responsável pela emissão de folhas, do que na parte inferior que emite as raízes. Na figura seguinte ilustra-se essa diferença, mostrando que essa planta terá dificuldades em se desenvolver devido à carência de um sistema radicular compatível.



Para melhorar a resistência das plantas ao frio, elas devem estar saudáveis, sem doenças e bem enraizadas. A coroa deve ser mantida sob um baixo nível de hidratação e os solos não devem estar compactados e devem ser bem drenados.

O uso de N provoca crescimento com conseqüente aumento de hidratação e redução no nível de carboidratos não estruturais, reduzindo a capacidade da planta em resistir ao frio, dessa forma, a época de adubação deve ser bem estudada para não gerar problemas depois.

Bermudas e *Zoysias* devem ser cortadas a alturas maiores para aumentar sua resistência ao frio.

Tráfego é um outro fator importante que afeta o crescimento saudável do gramado. Compactação, ferimentos, raleamento ou morte são conseqüências do tráfego excessivo sobre gramados. Danos diretos ao gramado causados por pisoteio, tráfego de veículos ou outra forma de ferimento, se concretizam pelo amassamento de tecidos das folhas, caule, coroa, rizoma e raízes. sendo mais agudos quando o solo está úmido. Esses danos abrem oportunidade à entrada de doenças que acabam sendo um efeito secundário ao tráfego. O quadro abaixo indica o diferencial de tolerância entre diferentes espécies de grama:

Espécie	Tolerância ao Tráfego
Zoysias e Bermudas	Ótima
Grama Batatais	Boa
Santo Agostinho	Média
São Carlos	Baixa

Anatomicamente quantidade e localização de esclerênquima, lignina e outros tecidos fortificantes são fatores que afetam a tolerância ao pisoteio. Dentro da mesma espécie há variações na tolerância ao pisoteio. Em geral há mais tolerância quando é aumentada a altura de corte, enquanto qualquer prática que aumente a suculência da planta reduz sua tolerância ao uso. De outro lado a má nutrição ocasiona menor densidade de brotos reduzindo também a tolerância ao pisoteio. A existência do colchão também ajuda no aumento de tolerância ao uso.

O aumento da densidade do solo, ou compactação, tem efeitos indiretos nas plantas, tais como: restrição ao movimento do ar e água, maior resistência física ao desenvolvimento de raízes etc. Isso ocorre em geral mais próximo à superfície (primeiros 5 a 8 cm de solo). A amplitude de variação térmica do solo aumenta e há mais erosão superficial devido à diminuição na capacidade de infiltração do solo.

Outras fontes de estresse são ligadas a manejo e/ou condições ambientais. O manejo inadequado é a maior fonte de estresse atualmente. Entre elas podemos citar:

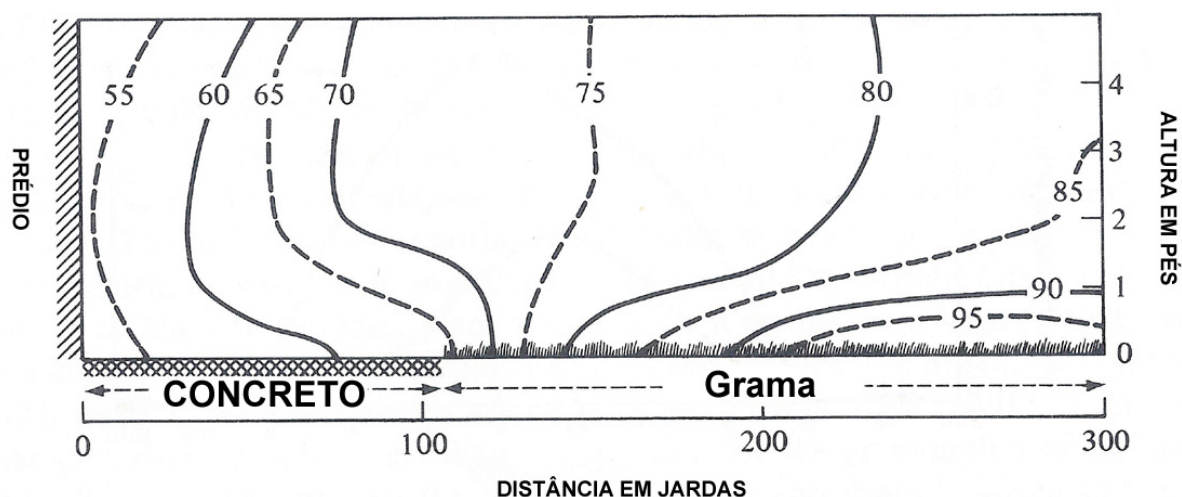
- manejo inadequado da irrigação;
- fertilização com quantidades, fórmulas e época inadequadas;
- manejo precário do solo;
- colheita sem tomar-se os devidos cuidados;
- altura e frequência de corte inadequados;
- manutenção precária dos equipamentos e equipamentos inadequados;
- mau preparo do solo na implantação
- etc.

A **salinidade** existente em alguns tipos de solo ou água de irrigação, também pode se tornar um fator limitante ao crescimento normal de gramados. Como em outros casos há diferencial na tolerância para diferentes espécies de grama. Como exemplo, temos o *Seashore Paspalum* (*Paspalum vaginatum* O. Swartz) que tradicionalmente suporta condições onde a água de irrigação tem salinidade superior a 9.000 ppm de sais solúveis. A grama Bermuda também apresenta boa tolerância, mas não nos mesmos níveis. As outras espécies de clima quente possuem diferentes graus de tolerância à salinidade.

4. Água

A água participa de cerca de 75 a 85% da composição de gramados em crescimento. Entre suas diversas funções na planta, temos: fotossíntese; solvente ou catalizadora para processos metabólicos; participa de reações hidrolíticas na planta, e.g. conversão de amido para monossacarídeos; meio de transporte de nutrientes, alto calor específico moderando as variações de temperatura no protoplasma e na planta; fornece turgidez aumentando a resistência ao pisoteio sob certas condições.

Uma das medidas de conteúdo de água em gramados é a pressão de vapor da atmosfera próxima ao solo. A figura abaixo mostra a diferença desse índice em relação à proximidade ao concreto.



Por mais paradoxal que pareça, quanto maior o conteúdo de vapor d'água próximo a um gramado, menor sua tolerância a altas temperaturas. Na prática isso significa que o gramado sempre irrigado sofrerá mais num dia quente se aquela irrigação lhe faltar naquele momento. Além disso, altos teores de vapor d'água atmosférico favorecem o bom funcionamento de fungos patogênicos, cuja maioria prefere altas umidades relativas no ar, e.g., *Rhizoctonia*, *Fusarium*, Míldio, *Pythium*, mofos etc.

A absorção de água é quase insignificante nas folhas. O sistema radicular absorve cerca de 600 litros de água para formar 1 kg de matéria seca. As raízes absorvem a água do solo via radicelas. Sua ação depende da profundidade do sistema radicular, número de raízes, disponibilidade de água no solo, taxa de crescimento da raiz, taxa de transpiração e temperatura do solo.

A atividade das raízes é restrita por adubação excessiva de Nitrogênio, excesso de água, condições ácidas e solos compactados. Sistemas radiculares rasos ocorrem também quando práticas culturais auxiliam esta condição, e.g., irrigação e adubação superficiais.

A taxa de absorção de água cai quando a temperatura cai, e.g., nas gramas Bermuda temperaturas abaixo de 19-20 °C podem gerar murchamento das folhas.

A transpiração ocorre pelos estômatos e cutícula. Gramados mantidos sob irrigação constante possuem folhas com camadas cuticulares mais delgadas do que aqueles sob estresse hídrico.

A perda d'água pelos estômatos ocorre por difusão e quanto maior a resistência específica à difusão maior a tolerância da espécie à seca. O gradiente de pressão de vapor determina também a taxa de transpiração estomatal.

A quantidade de água consumida por um gramado é afetada por muitos fatores, desde o uso de agroquímicos até a espécie de grama utilizada e o tipo de manejo. Práticas simples podem reduzir o consumo de água de um “stand” de grama, tais como redução no uso de Nitrogênio, queda na altura de corte, equipamentos bem afiados e outros.

Deficiências hídricas provocam alterações fisiológicas na planta, tais como:

- queda na suculência;
- aumento de pressão osmótica;
- queda na taxa de fotossíntese;
- aumento no conteúdo de carboidratos solúveis;
- queda no conteúdo protéico;
- aumento na água quimicamente ligada.

A resistência à seca varia conforme a espécie. Em geral as Bermudas, Zoysias, grama Batatais e *Paspalum vaginatum* têm ótima resistência enquanto a São Carlos e Santo Agostinho não toleram falta d'água.

Em ambientes urbanos, recentemente vem se notando certa toxidez causada por **poluentes** que vão discretamente se apresentando em gramados. Como exemplos podemos citar SO₂, O₃, Cloro, Fluoretos entre outros. Em geral o dano é direto aos cloroplastos mas ainda há poucos estudos sobre o assunto.