



LOUISIANA STATE UNIVERSITY
College of Agriculture
School of Plant, Environmental, and Soil Sciences



Desenvolvimento de variedades que tolerem e/ou reduzam as mudanças climáticas

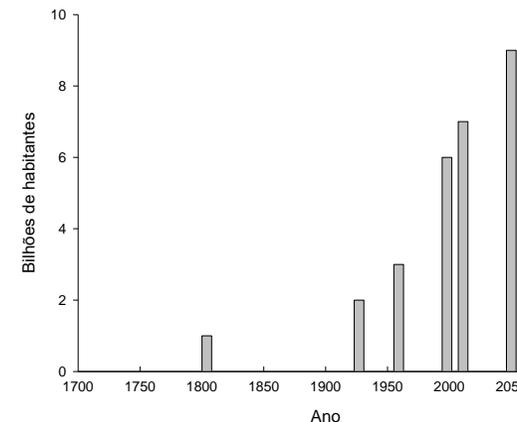
Prof. Roberto Fritsche-Neto

rfneto@agcenter.lsu.edu

Baton Rouge, October 23rd, 2023

Novo dilema Malthusiano

- **População aumentando rapidamente**
- **As pessoas estão vivendo mais**
- **Migrando do meio rural para as cidades**
- **Em 2030 haverá 41 cidades com população superior a 10 milhões de habitantes**
- **Melhoria de renda - aumento no consumo de alimentos com maior custo ambiental**



Desafio para as próximas décadas

- **Competição entre produção de grãos e energia renovável**
- **Pressão sobre a agropecuária cada vez maior por seu impacto ambiental**
- **70% da água potável do planeta é utilizada na irrigação**
- **A disponibilidade de insumos se tornará mais escassa -**
Brasil consome 2,5% do N mundial e 13,9% do K₂O
- **Mudanças climáticas - algumas regiões deverão ter menor índice pluviométrico e menor regularidade**

Alternativas para atender a demanda

- Explorar a entressafra
- Expansão das áreas de cultivo
- Aumento da produtividade

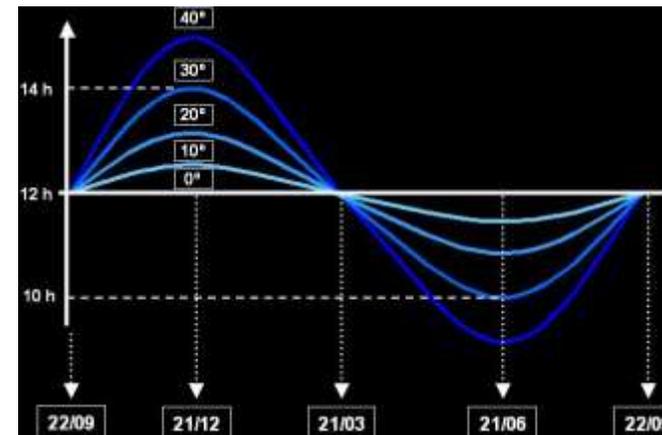


Todas conduzem a estresses abióticos

Sul



Cerrado



Fotoperíodo

Alternativas para atender a demanda

- Explorar a entressafra
- **Expansão das áreas de cultivo**
- Aumento da produtividade



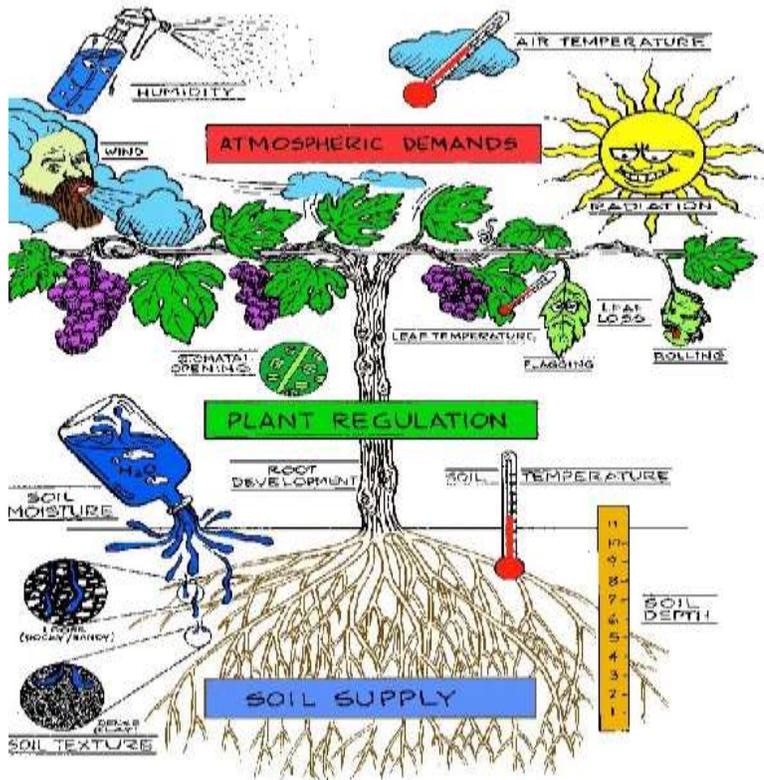
- Mapa edáfico: 6 grandes grupos
- 10% - solos aptos/favoráveis para agricultura
- 90% - solos limitantes para produção agrícola
 - 20,7% - *estresse mineral*
 - 25,4% - *condições de seca*
 - 11,4% - *excesso de água*
 - 18,2% - *solos muito rasos*
 - 14,3% - *congelamento permanente*

Alternativas para atender a demanda

- Explorar a entressafra
- Expansão das áreas de cultivo
- Aumento da produtividade

Melhoramento genético e ambiental

Principais estresses abióticos



- Seca
- Salinidade
- Calor
- Alumínio Tóxico do Solo
- Deficiência de Nitrogênio
- Deficiência de Fósforo
- Frio, metais pesados, inundação, ...



Estratégias para superar estresses abióticos

- **Substituição de culturas**
- **Migração dos cultivos**
- **Interação planta x microrganismo - *Soja e Rhizobium***
- **Melhoramento genético**
 - *Tolerância a estresses*
 - *Eficiência no uso de recursos (responsividade)*
- **Depende do produto final que queremos lançar**
 - *Seguridade alimentar*
 - *Frequência do estresse*
 - *Região de cultivo e tipo de produtor*

Seleção para tolerância a estresses

- O manejo do estresse é ponto crucial - **resultado**
- **Objetivo:** simular claramente as condições do estresse em situações reais de cultivo (**campo**)
- A metodologia deve ser simples, econômica, facilmente adotável e acurada – **avaliação em larga escala**
- Se muito acentuado, “ofusca” a variabilidade genética tornar a seleção impraticável



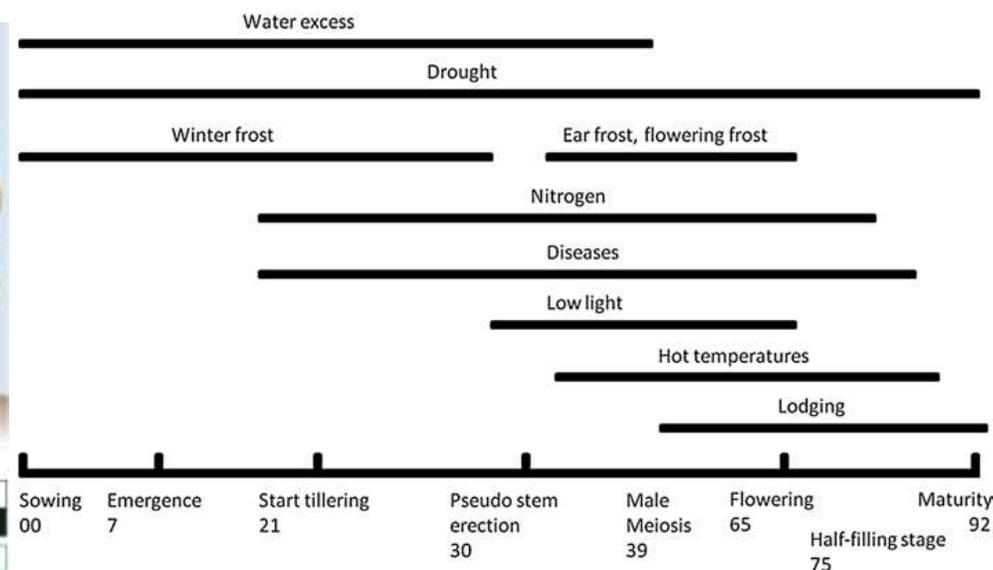
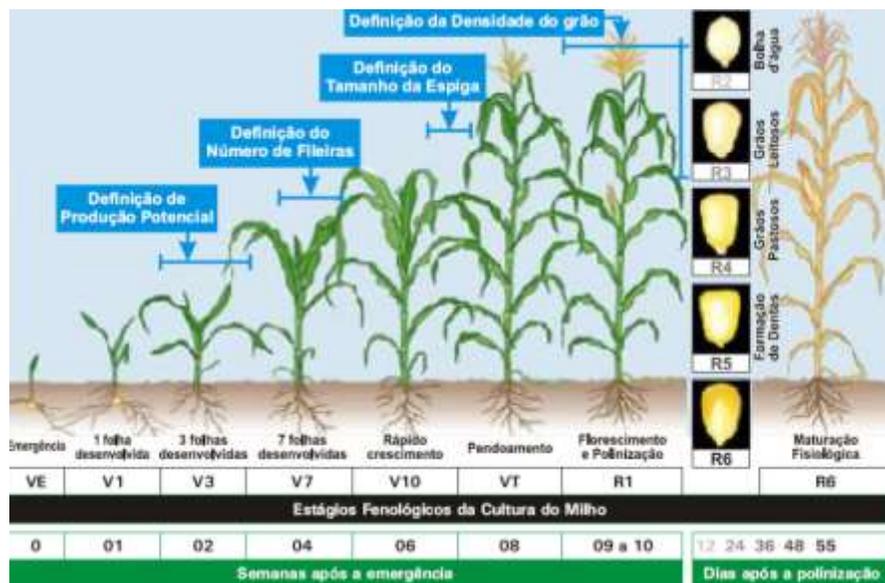
Duração, intensidade e uniformidade

- **Duração:** suficiente para que o estresse coincida com os estádios críticos da planta
- **Intensidade:** severa o bastante para afetar os caracteres importantes e identificar a variabilidade
- **Manejo:** uniforme no tempo e espaço, de forma que a variabilidade genética possa ser observada com acurácia
 - *Área de cultivo – manchas, culturas anteriores, encostas, ...*
 - *Condições iguais de estresse a todas as plantas na parcela*
 - *Não confundir época de cultivo com estresse específico*



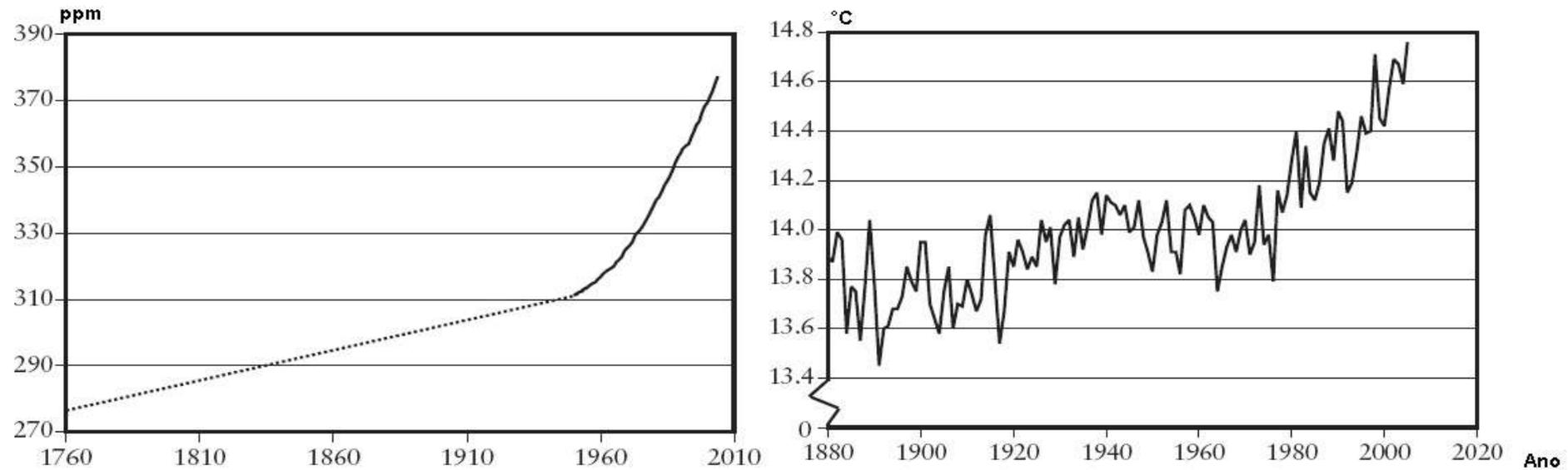
Estádio e duração do estresse

- Depende da espécie e do tipo de estresse
- Coincidir os estádios críticos da planta para o estresse
- Durar o tempo suficiente para que o estresse significativo
- Análise de crescimento – **avaliações ao longo do ciclo**
- Conhecer bem a fenologia e ecofisiologia da espécie



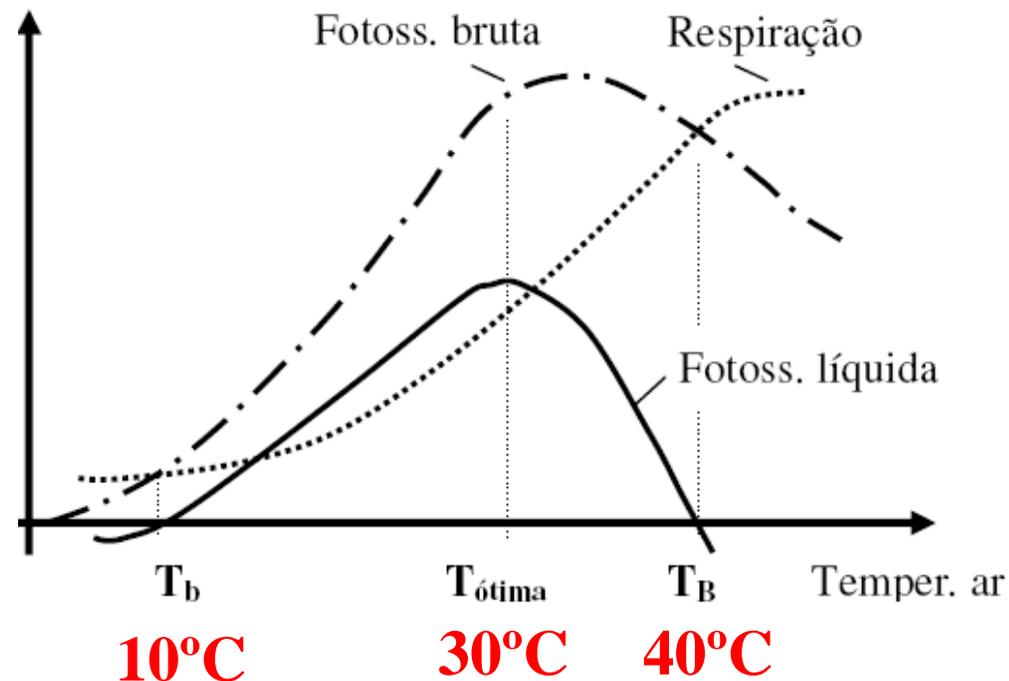
**Mas como selecionar para
ambientes futuros usando
ferramentas e ambientes atuais?**

CO₂ atmosférico e temp. ao longo dos anos



Stress por calor vs. produtividade

- Termoperiodicidade x Fotossíntese líquida
- Modificar as temperaturas máximas e, ou mínimas
- Relação entre tolerância ao calor e aquecimento global
- Casa-de-vegetação – *melhores resultados*
- Campo – complexo calor (*seca, calor, radiação, ...*)

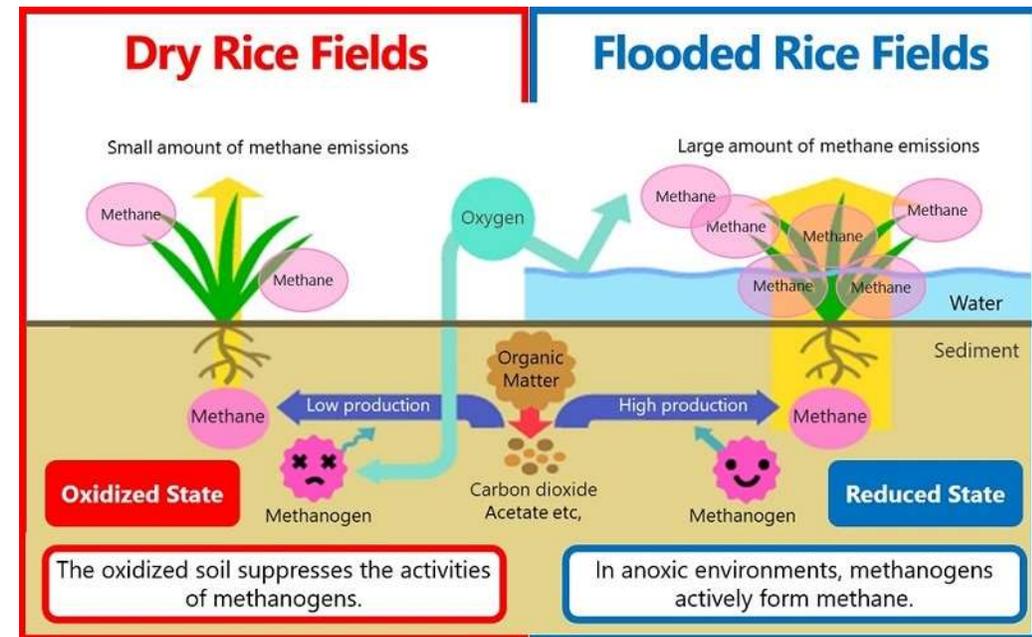


Mas como selecionar para ambiente futuros usando ferramentas atuais?

- **Ambientes extremamente controlados:** CO₂, temperatura, etc. Buscando reproduzir o clima daqui há 50 anos, por exemplo.
- Câmaras de crescimento + projeções de clima futuro + modelos de predição genética, com inclusão de covariáveis ambientais.
- **Intensidade:** uso de ferramentas preditivas (**marcadores moleculares**) e que permitam avaliar muitos indivíduos a baixo custo, mas com elevada precisão (**HTP - imagens**)
- **Variáveis que realmente importam:** Tem que ter alta variabilidade genética e relação com tolerância ao estresse
- Assimilação de CO₂, estabilidade térmica, taxa de respiração, plasticidade fenotípica

Desenvolver variedades que podem mitigar as mudanças climáticas

- Há vários exemplos de como as culturas podem ser selecionadas / modificadas para reduzir o seu impacto ambiental:
- **Milho com menor demanda de N.** *Menor emissão de NO_2 e lixiviação de N para lençóis freáticos. Maior eficiência no Uso do N.*
- **Arroz com menor emissão de metano.** *Menor quantidade de “palhada” e sistema radicular mais profundo.*



Considerações finais

- **As mudanças climáticas são uma realidade**
 - **A velocidade que está modificando o ambiente de cultivo é maior do que o esperado**
 - **Precisamos de novas práticas e variedades**
 - **O desenvolvimento de variedades precisa ser mais rápido e ter objetivos claros**
 - **Variedades não apenas para tolerar ambientes extremos, mas que ajudem a mitigar as mudanças climáticas**
- Obrigado!**