



**De 25 a 27  
de Julho**

**Fórum Nacional de Trigo 2023**

**16ª Reunião da Comissão Brasileira  
de Pesquisa de TRIGO E TRITICALE**



**Centro de Eventos Agrária  
Entre Rios, Guarapuava, PR**

Realização:



# O pão nosso de cada dia no confessionário: o caso do trigo transgênico no Brasil

**Luiz Carlos Federizzi**  
UFRGS

# Advertência



- Tinha prometido não mais falar de transgênicos e biotecnologia
- Bom, que depois de tantos anos, não precisei mudar o discurso
- Não trabalho com trigo
- Inconveniente - Informação de segunda mão que outros fizeram e escreveram
- Mas interpretação é minha



# Introdução

- 20 % das calorias diárias vem do trigo e seus derivados
- Mais importante
- soja e milho mais usados como alimento animal
- Implicações para toda a cadeia de suprimentos
- Transgênico – ultrapassar a incompatibilidade sexual entre espécies.
- Genes transferidos de uma espécie para outra através de técnicas da biotecnologia
- Realizado a nível celular
- Analise caso a caso

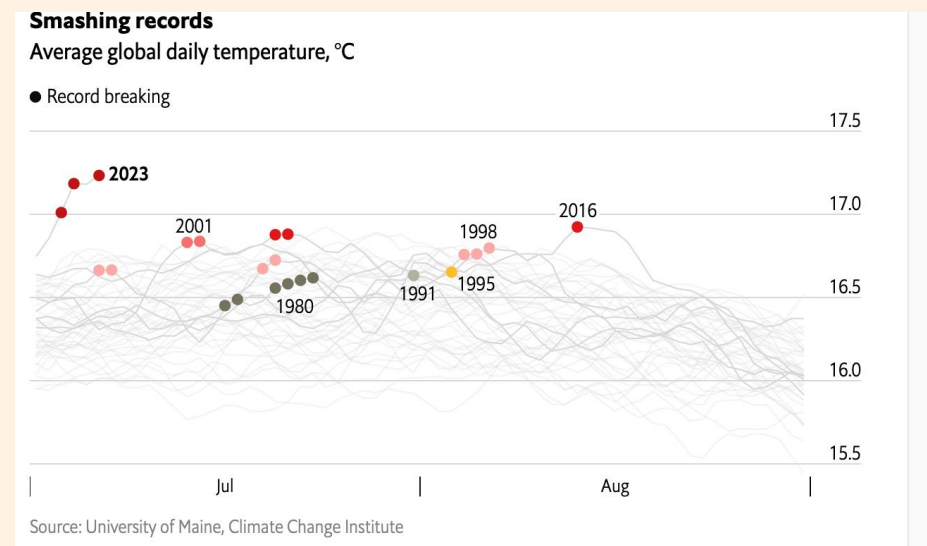


# Primeira Geração

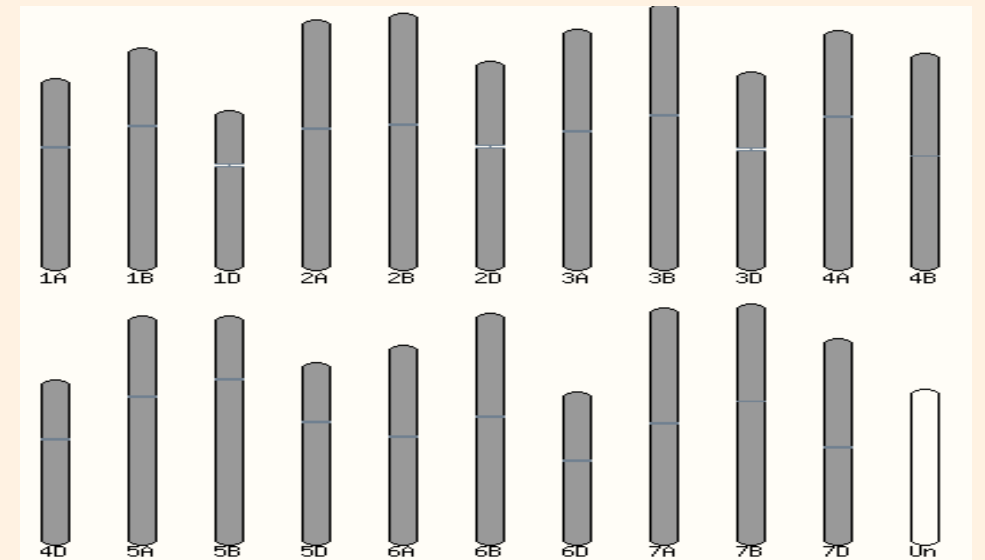
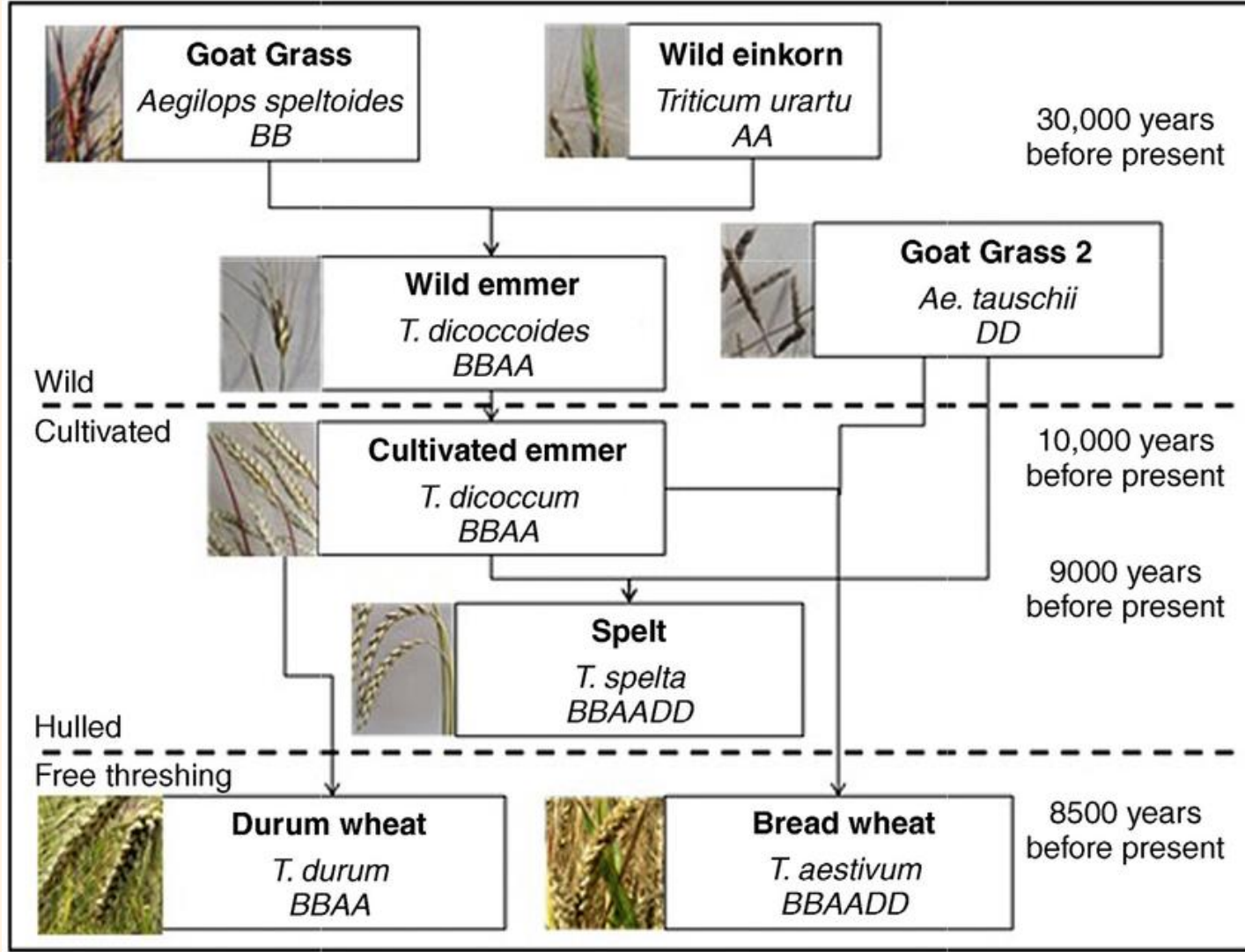
- Resistencia ao Herbicidas
- Resistencia a insetos
- Os dois juntos
- Principais comodities
  - Soja
  - Milho
  - Algodão
  - Canola

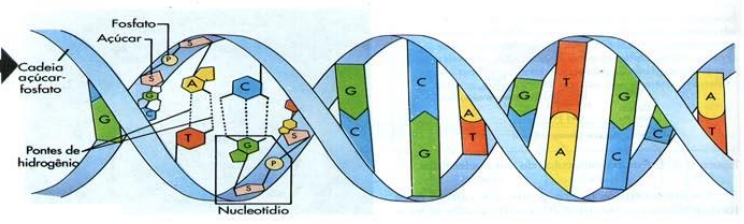
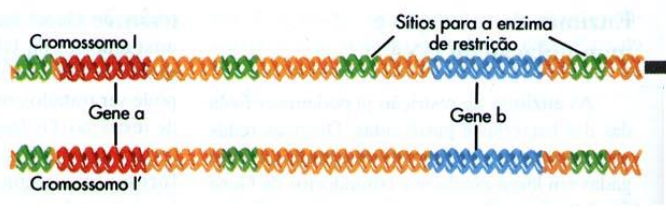
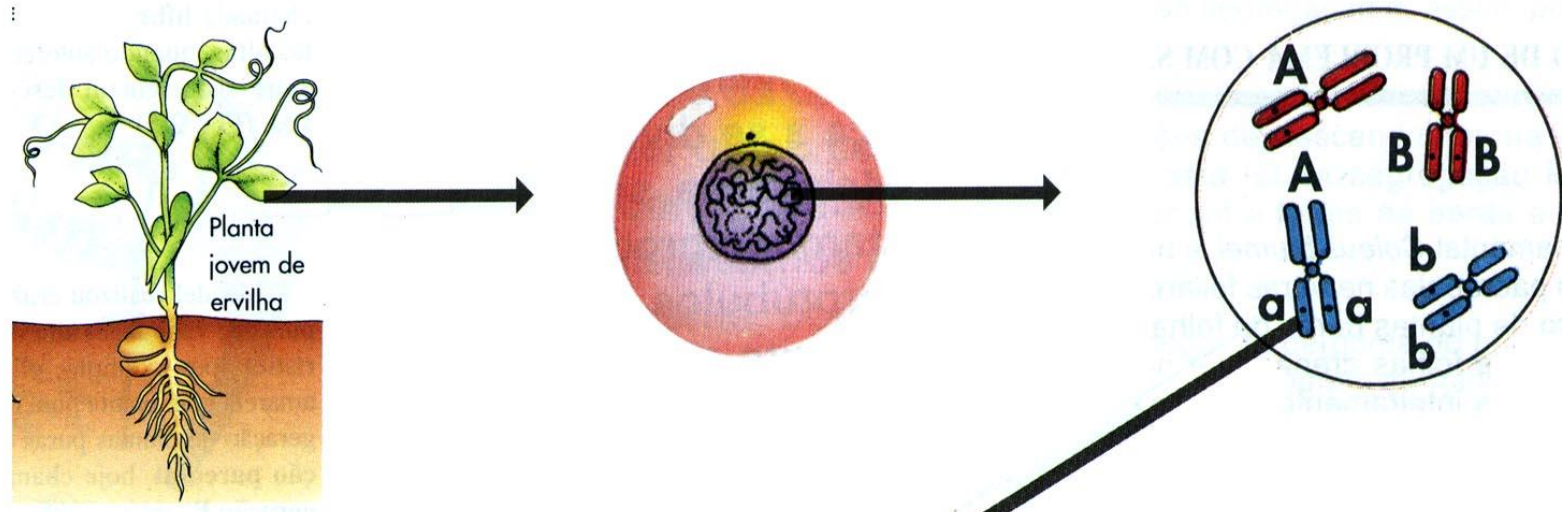
# Segunda Geração

- Tolerância a estresses abióticos
  - seca
  - Temperatura
- Aumento do valor nutricional
  - proteína
- Diminuição de fatores anti-nutricionais
  - glúten



# Evolução do trigo





# Gene

→ É uma sequência específica de DNA

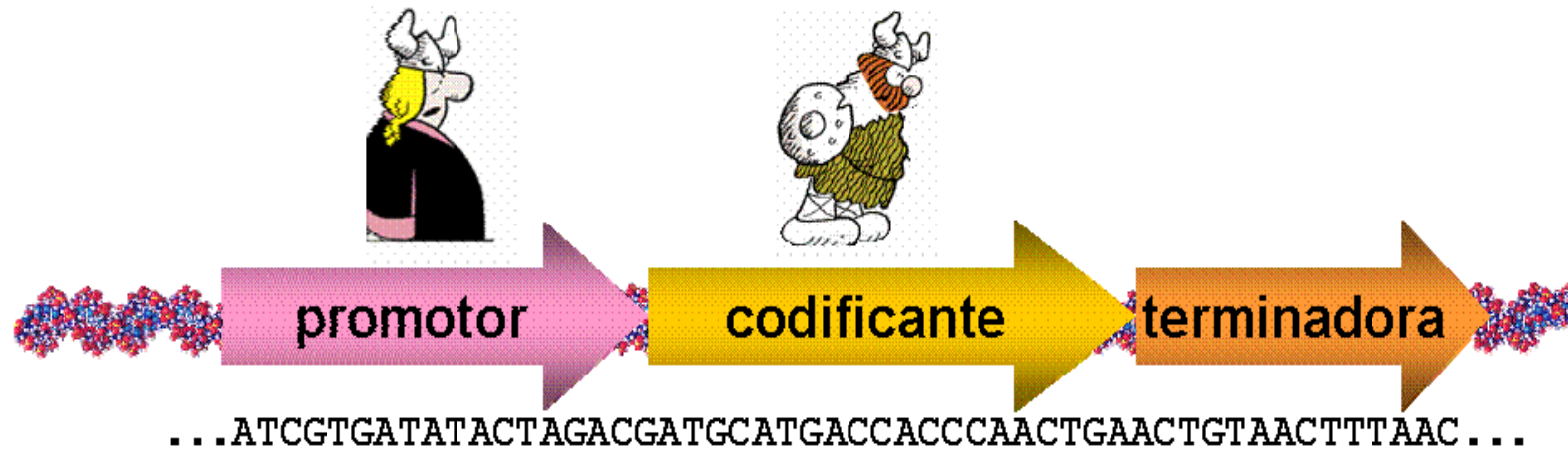
→ Composto por várias partes de DNA



Uma característica  
ex.: cor do cabelo

Carácter complexo  
ex.: rendimento  
de grãos

# O que é o gene ?



**Onde:**  
folha  
raiz

**Quando:**  
início germinação  
ataque inseto

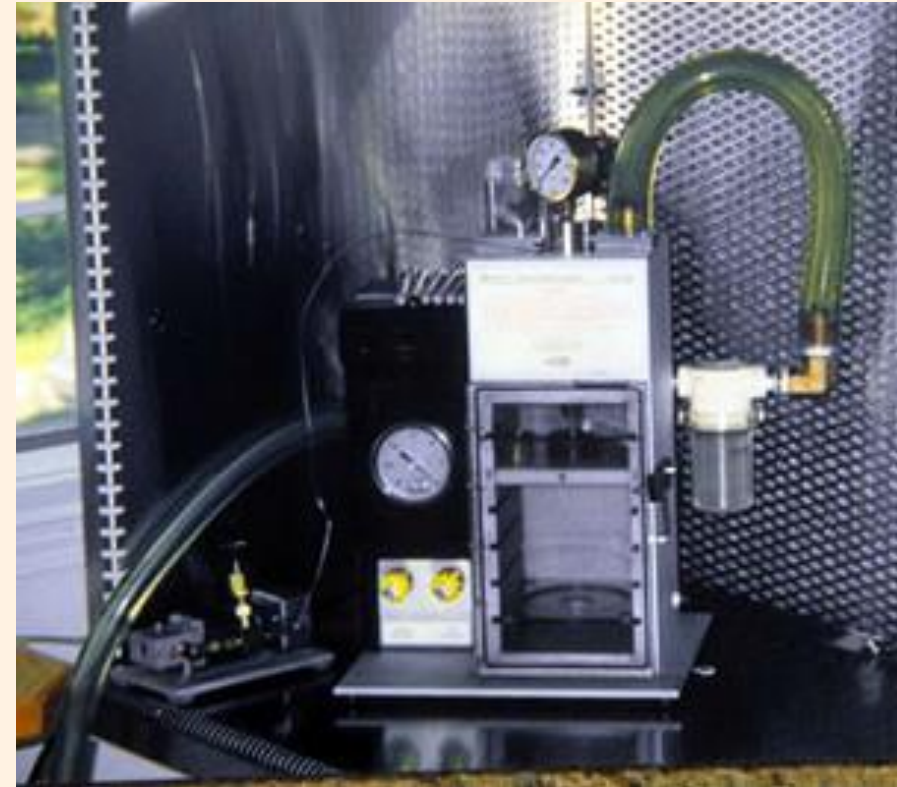
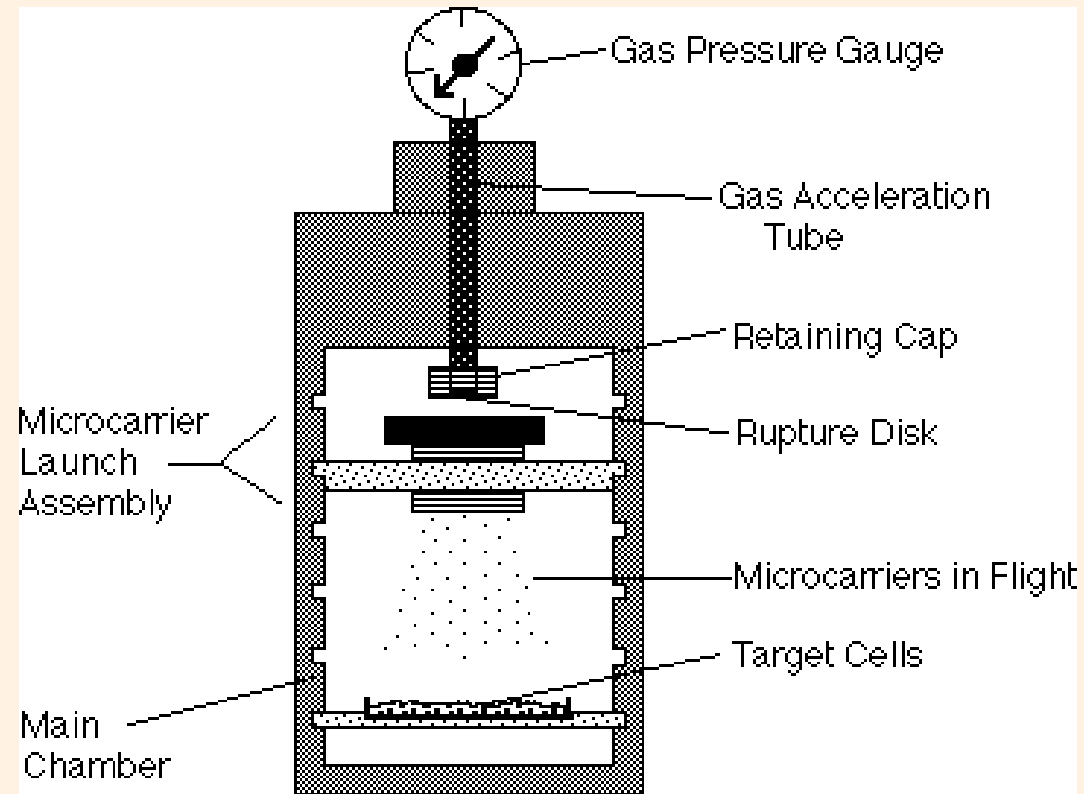
**Quanto:**  
muito, pouco.

**O que:**  
proteína bactericida  
absorção de Fe  
síntese açúcar

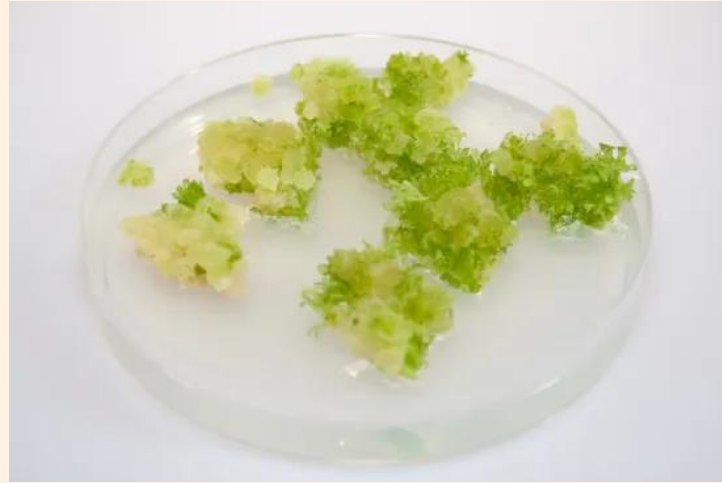
Final do gene



## Método de transformação usado no trigo HB4



# Cultura de Células e tecidos




# Cadenza – Cultivar usado na transformação

- Cultivar de inverno – UK (Escócia)
- registrada em 1993
- Ciclo longo de inverno/primavera
- Usado porque regenera muito bem
- (grande percentagem de células regeneram plantas adultas)
- Cadenza (HMW-GS; 1A null, 1Bx14+1By15, 1Dx5+1Dy10)

**THE SCOTTISH WHEAT**  
VARIETY DATABASE

Home ▾ Search Varieties ▾ Resources

*Cadenza* Winter Wheat 

Description Date 1993  
Updated 1995

### Characters

EAR	
Ear - glaucosity	strong
Ear - density	lax

UPPERMOST NODE	
Uppermost node - hairs	moderate

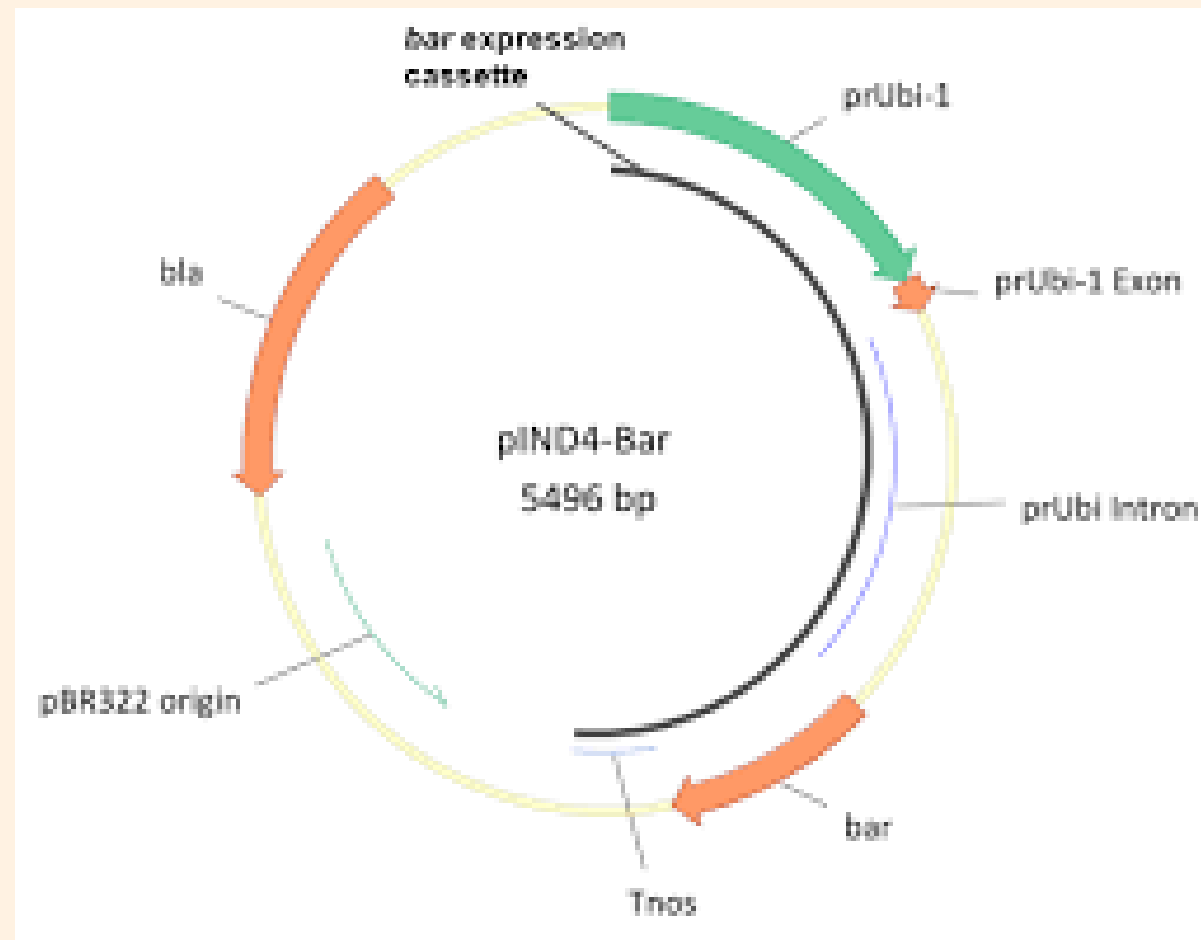
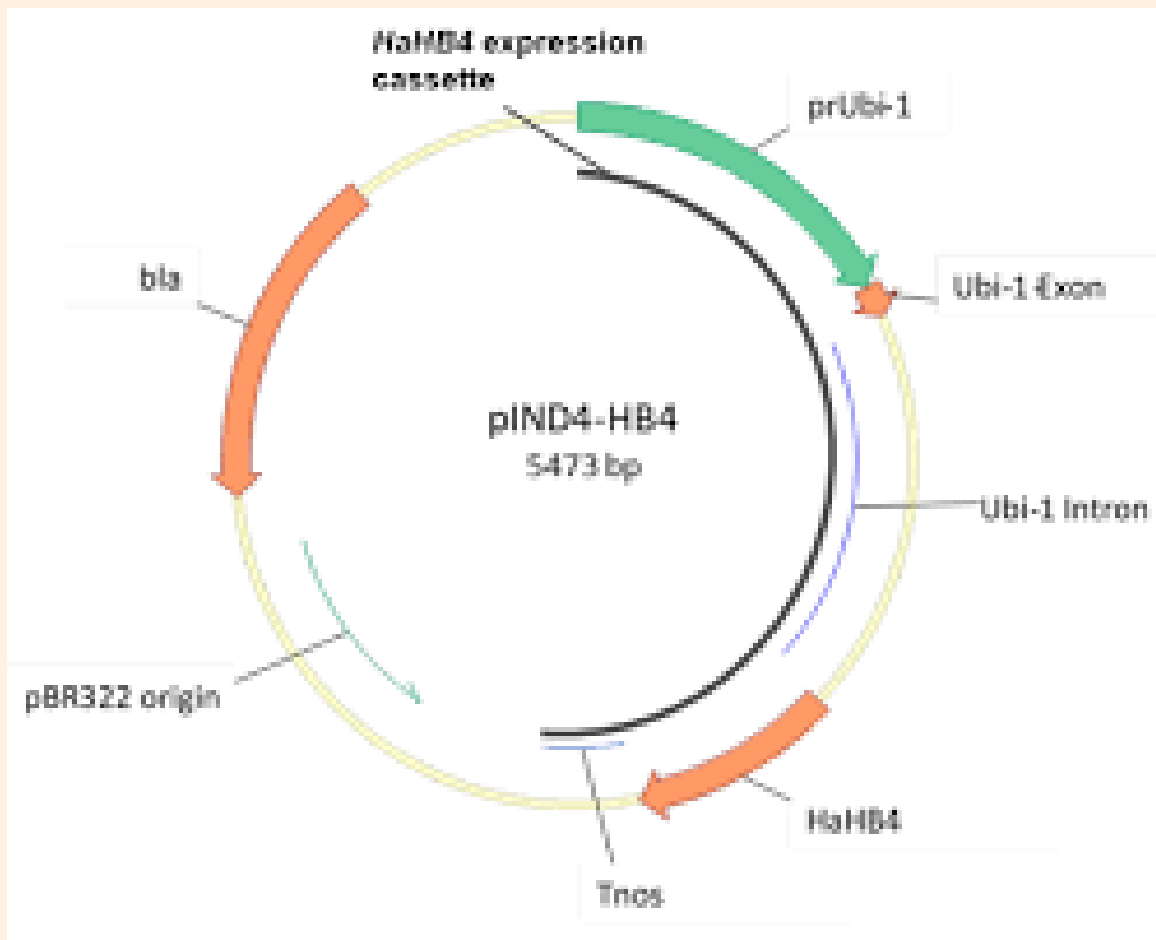
STRAW	
Straw - wall thickness	thick

LOWER GLUME	
Lower glume - external surface	smooth
Lower glume - internal hairs	group III
Lower glume - beak length	medium

LOWER LEMMA	
Lower lemma - beak length	medium
Lower lemma - beak shape	moderate
Lower lemma - swelling	medium

Crown Copyright © 2023 - Science and Advice for Scottish Agriculture. All Rights Reserved. | Terms and Conditions

# Plasmídeos utilizados no trigo HaBH4



## DNA inserido no trigo HaBH4

- Longo
  - 47 611 pb
  - Uma copia funcional do gene HB4 e duas do BAR (PAT)
  - Varias copias dos dois genes não funcionais
  - Copias de pedaços de outros genes
- Curto
  - 20 418 pb
  - Varias copias não funcionais (não tem todos os elementos necessários)
  - Gene de resistência ao antibiótico –ampicilina (não funcional sem os elementos regulatórios)



## Numero de copias de genes no trigo HaBH4

Gene	Numero de copias		Copias Funcionais
	Intactas	Incompleta	
<i>HaHB4</i>	2	1	1
<i>bar</i>	7	1	2
<i>bla</i>	12	7	Não expressa
<i>Gus</i>	0	4	Não expressa



# Gene HaHB4

- Fator de Transcrição do girassol
- 2778 pb
- São proteínas que funcionam na regulação dos genes que reconhecem partes específicas do DNA
- Atua no núcleo da célula
- atua na resistência a estresses
- retardo da senescência das folhas com o estresse (atua na rota do etileno)
- Não no fechamento dos estômatos
- Maior rendimento sob estresse hídrico
- Mesmo rendimento em ambientes sem estresse hídrico.

HAHB4	MSLQQVPTTETTTTRKNRNEGRKRFTDKQISFLEYMFETQSRPELRMKHQL	50
HAHB4Crop	MSLQQV-----TTTRKNRNEGRRRFTDKQISFLEYMFETQSRPELRMKHQL	46
HAHB4	AHKLGLHPRQVAIWFOQNKRRSRQIEQEYNALKHNYETLASKSESLKK	100
HAHB4Crop	AHKLGLHPRQVAIWFOQNKRRSRQIEQEYNALKHNYETLASKSESLKK	96
HAHB4	ENQALLNQLEVLNRNVAEKHQEKTSSSGSGEESDDRFTNSPDVMFGQEMNV	150
HAHB4Crop	ENQALLNQLEVLNRNVAEKHQEKTSSSGSGEESDDRFTNSPDVMFGQEMNV	146
HAHB4	PFCDFGAYFEEGNSLLEIEEQLPDPQKWWEF	181
HAHB4Crop	PFCDFGAYLEEGNSLLEIEEQLPDLQKWWEF	177



# Gene PAT(Bar)

- Resistencia a glufosinato de amônio
- 2843 pb
- Através da proteína – Fosfinotricina N-acetil transferase
- Funciona no citoplasma
- atua na resistência a glufosinato de amonio
- Mesmo gene usado nas plantas liberty link (soja, milho, algodão etc.)





# Outras sequencias de DNA inseridas no trigo HaBH4

- pBR322 origin: origem de replicação derivada do plasmídeo pBR322
- CDS bla: sequência codificante da 8-lactamase de *E.coli* (marcador de seleção do vetor) sem a parte regulatória (**beta-lactamase - antibiótico**)
- Elementos adicionais (Não presentes nos plasmídeos)
- prGbl1-1: promotor de globulina 7S de trigo
- CDS gus: sequência que codifica para 8- glucuronidase de *E.coli* incompleto
- T35S CaMV: terminador da transcrição do vírus do mosaico da couve-flor
  
- 67 Peptídeos putativos produzidos com > 100 pb (p.258), ausência de semelhança com alérgenos e toxinas por análise *in silico*.

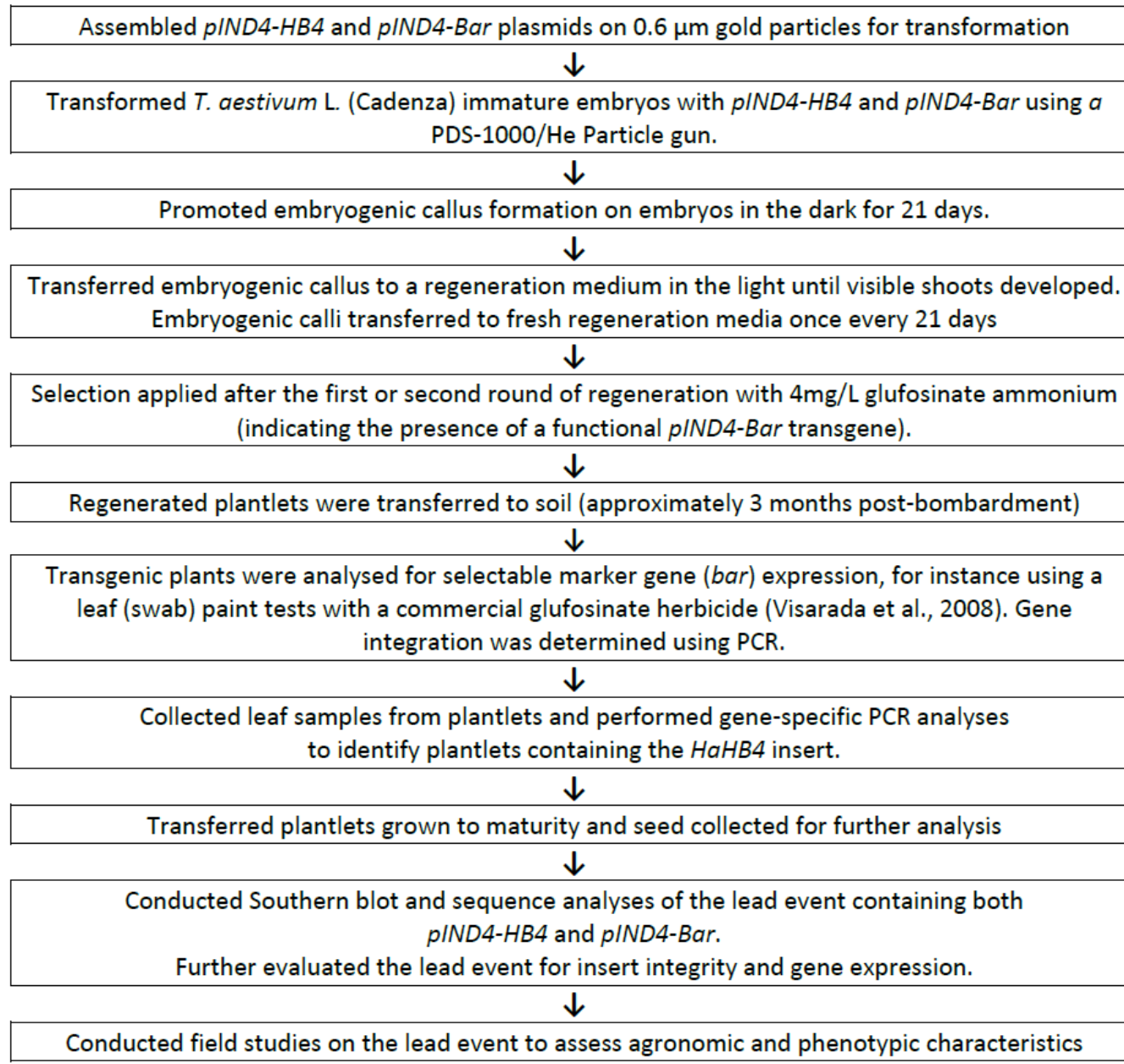


# Glufosinato de amônio

- Herbicida de contato
- Glufosinate é um composto natural isolado de duas espécies de fungos do gênero *Streptomyces*
- O mecanismo de ação do glufosinato de amônio ocorre através da inibição da enzima Glutamina Sintetase (GS) na rota de assimilação do Nitrogênio. Com a inibição da GS há um acúmulo de amônia e as células acabam morrendo.
- Mais recentemente: as células morrem devido ao acúmulo de espécies reativas de oxigênio (ROS)
- Recomendado para dessecação em trigo – (massa mole a massa dura) Finale – 7 dias intervalo de segurança.



# Resumo Geral



# Teste de estabilidade e análise genética

- Cromossomo 2 D
  - gene insensibilidade ao foto período Ppd-D1
  - Rht 8 porte baixo
  - *Sr48 Resistencia a ferrugem do colmo*
- Estabilidade por varias gerações
- Cruzamento com Baguete 17
- Herança mendeliana simples (3 : 1 na F2)
- Os genes HaHB4 e PAT são herdados juntamente (cosegregam), como um único locus (gene), não houve plantas na geração F2 que apresentasse somente 1 dos genes.

Pares de Bases (bps)	651,852,609
Genes codificantes	5,865 ( 107 891)
Genes não codificantes	204. ( 12853)
Curtos genes não codificantes	195. (12491)
Longos genes não codificantes	9 (362)
Pequenas variantes	972,774 (25 626 842)



# Testes de Segurança Alimentar – HaBH4

- Proteína do girassol já presente na cadeia alimentar
- Baixíssimos níveis da proteína produzidos pelo trigo
- Avaliação da digestibilidade e estabilidade térmica
- Comparação via bioinformática com proteínas que causam alergias
- Estudo toxicidade oral (ratos) (proteína obtida em Bactéria) não é exatamente igual os peptídeos do pedaço de DNA do trigo HaBH4.
- Estudo com frangos- farinha (42 dias) – não teve diferenças no crescimento , peso e qualidade de carcaças.



# Testes de Segurança Alimentar – Bar

- Proteína já presente na cadeia alimentar
- Avaliação da digestibilidade e estabilidade térmica
- Comparação via bioinformática com proteínas que causam alergias
- Estudo toxicidade oral (ratos)



# Testes de Segurança Alimentar – Trigo HaBH4



## **Biotechnology Notification File No. 000170 CFSAN Note to the File**

**Date:** June 22, 2022

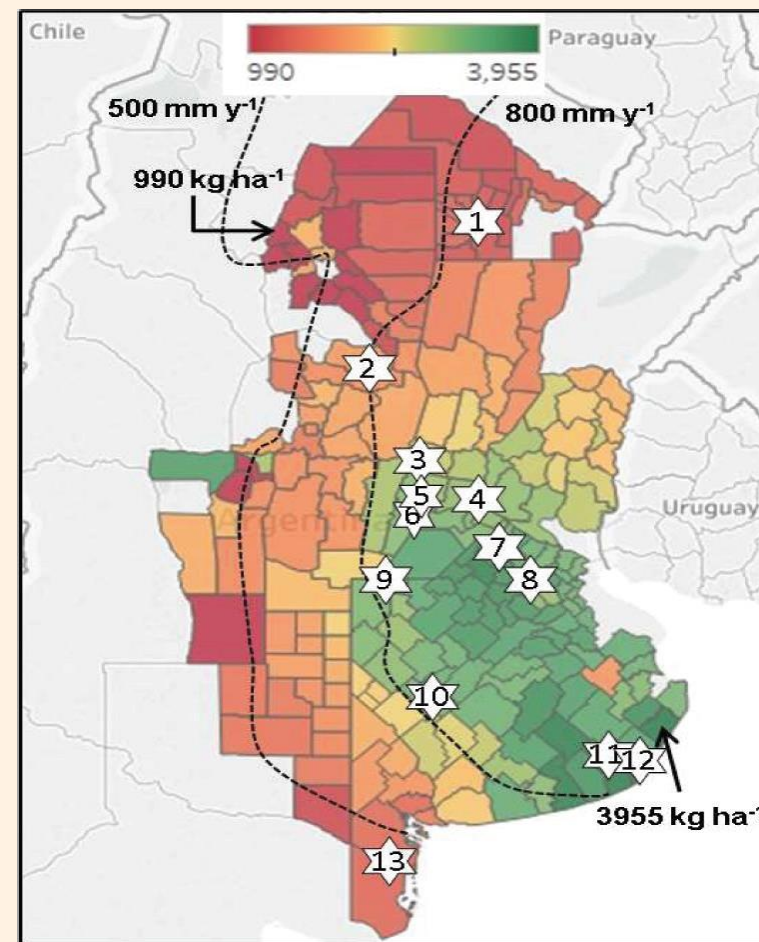
**From:** Carrie McMahon, Ph.D.

**To:** Administrative Record, BNF No. 000170

**Subject:** Wheat with transformation event IND-ØØ412-7 (IND-ØØ412-7 wheat)

# Resultados Agronômicos - Argentina

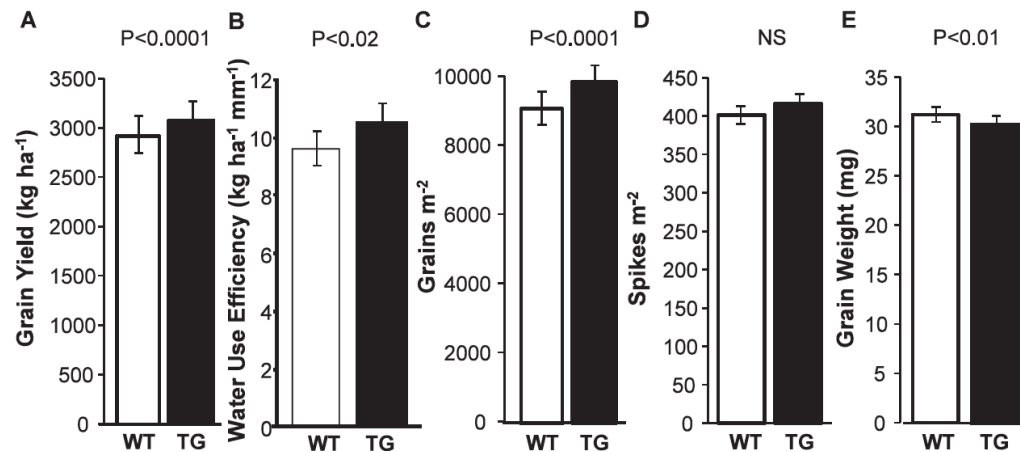
- 37 experimentos na Argentina
- Diferentes anos e locais ambientes com e sem estresse
- 9 anos (2009-2017) e 13 locais (mapa ao lado)



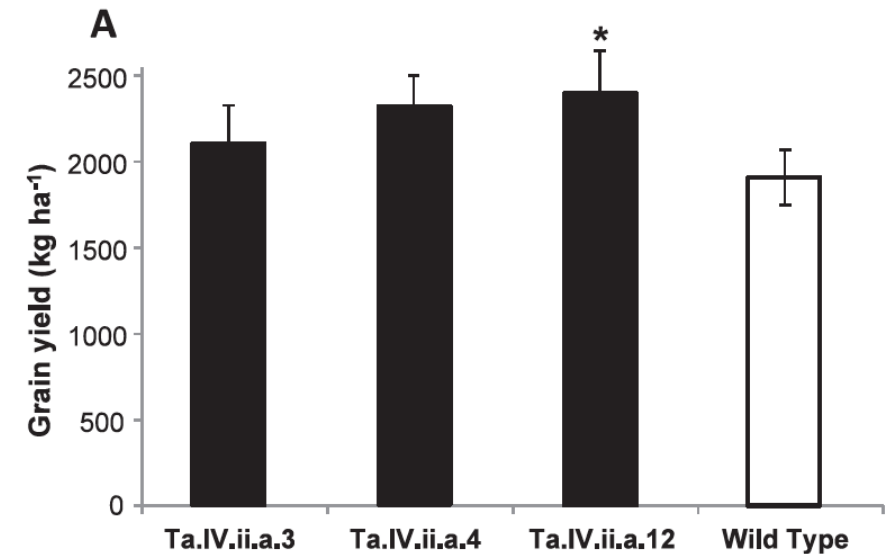


# Resultados Agronômicos – Rendimento de grãos - Argentina

- 37 experimentos na Argentina
  - 9 anos (2009-2017) e 13 locais
- + 6% rendimento de grãos (mais seco +16%)
- + 8% no numero de grãos por metro quadrado



**Fig. 4.** Grain yield and grain yield components of WT cv. Cadenza and TG cv. IND-00412-7. Grain yield (A), water use efficiency (B), grains m<sup>-2</sup> (C), spikes m<sup>-2</sup> (D), and individual grain weight (E) of WT and TG crops. Data correspond to the 37 experiments (Group 2 in [Supplementary Table S3](#)). Error bars represent 2×SEM.



**B**

Anos 2009 e 2011 (media 6 exp e 4 locais)

Fonte: Gonzales et al. Journal of Experimental Botany, Vol. 70, No. 5 pp. 1669–1681, 2019

# Trigo HB4 Resultados do 2021/2022 - Argentina

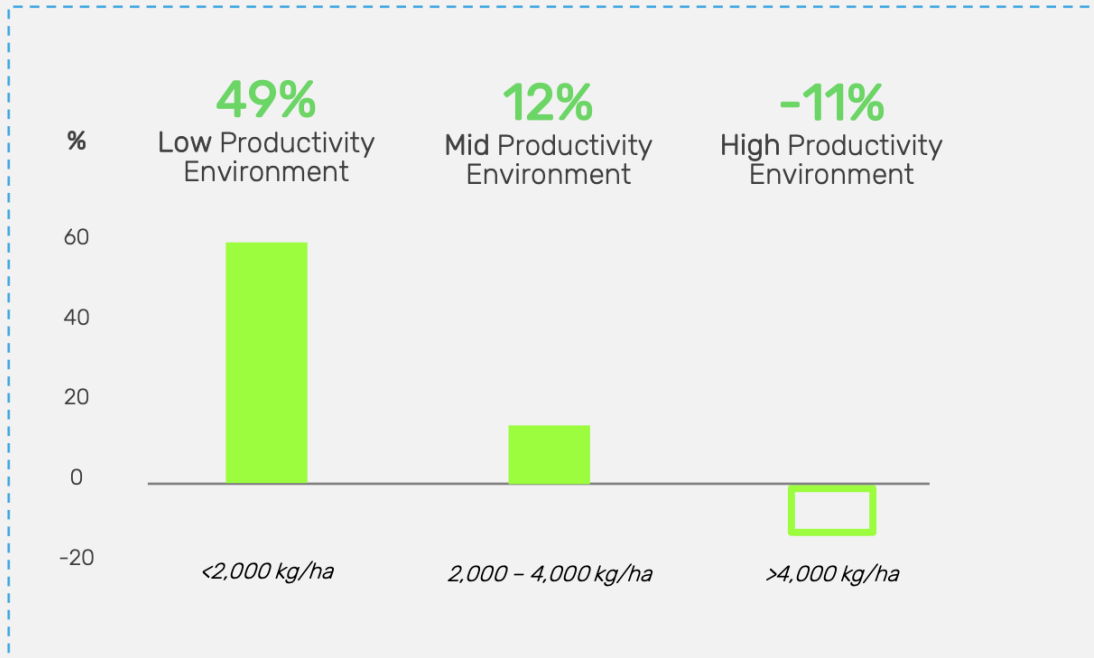


**~53K**

Total Harvested Hectares

**+12.8%**

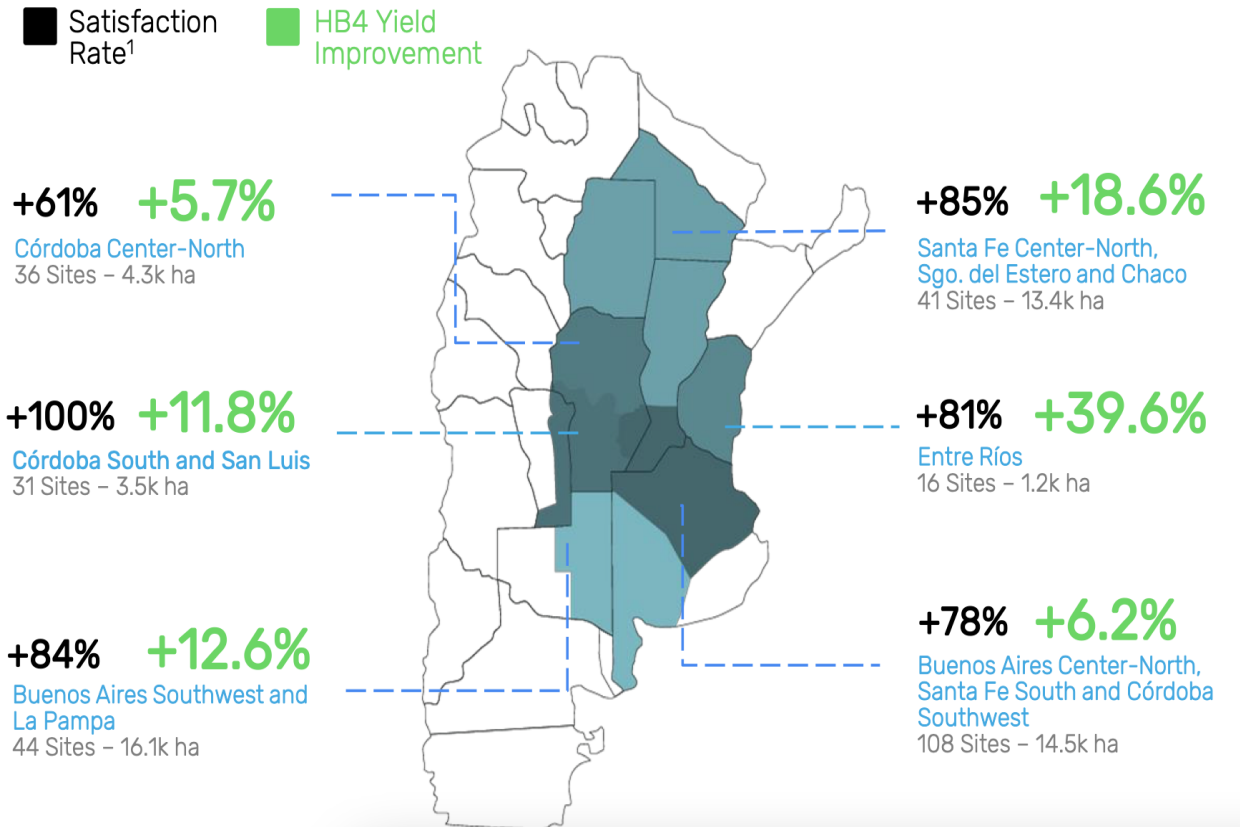
Yield increase across all environmental conditions and regions



Data from field trials in two locations (Bordenave, Buenos Aires and Arias, Cordoba).

## HB4 Wheat Season Results By Region

Yield improvements range from +5.7% to 39.6% across all environments

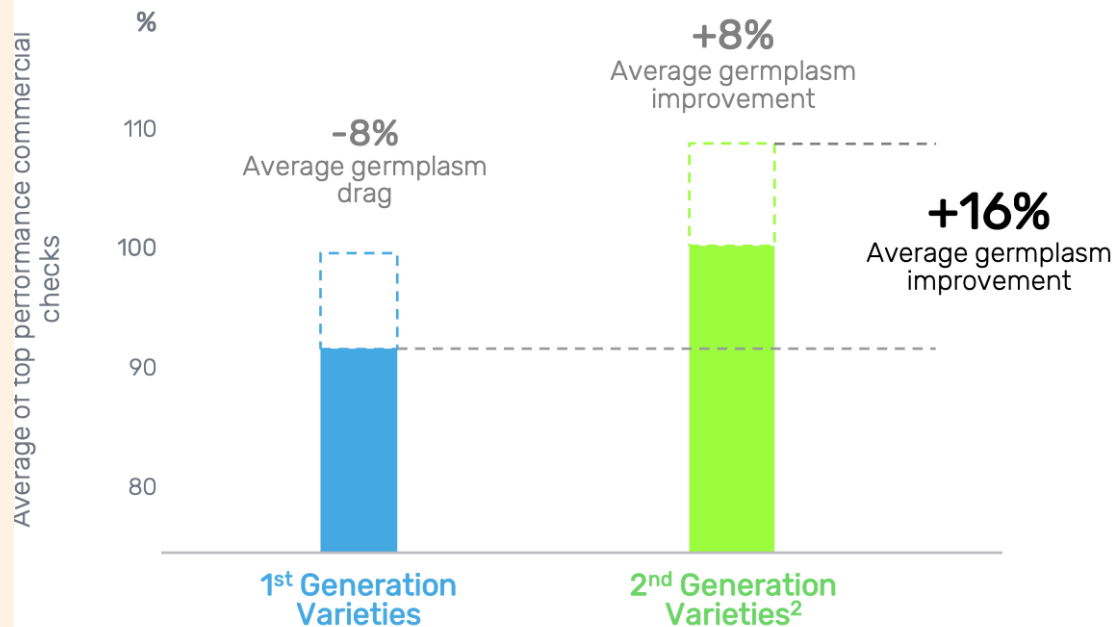


# Resultados Agronômicos - Argentina

## HB4 Wheat Portfolio Performance

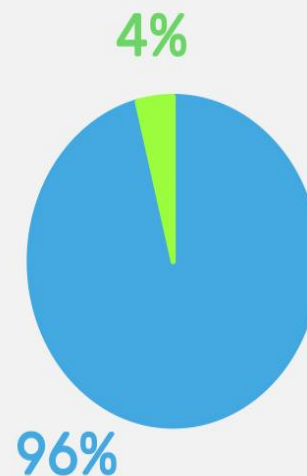
Next gen varieties outperformed 1st gen by +16% in high environments

Next gen varieties performance at +4,000 kg/ha environments (high yielding)<sup>1</sup>

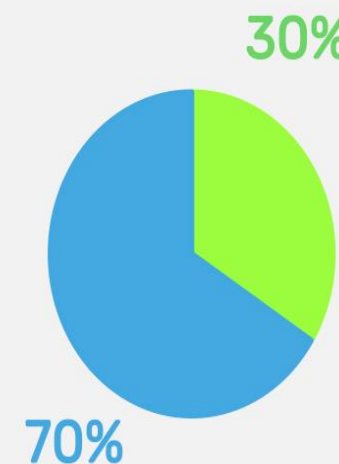


## Portfolio replacement expectations for upcoming seasons

Season 22/23

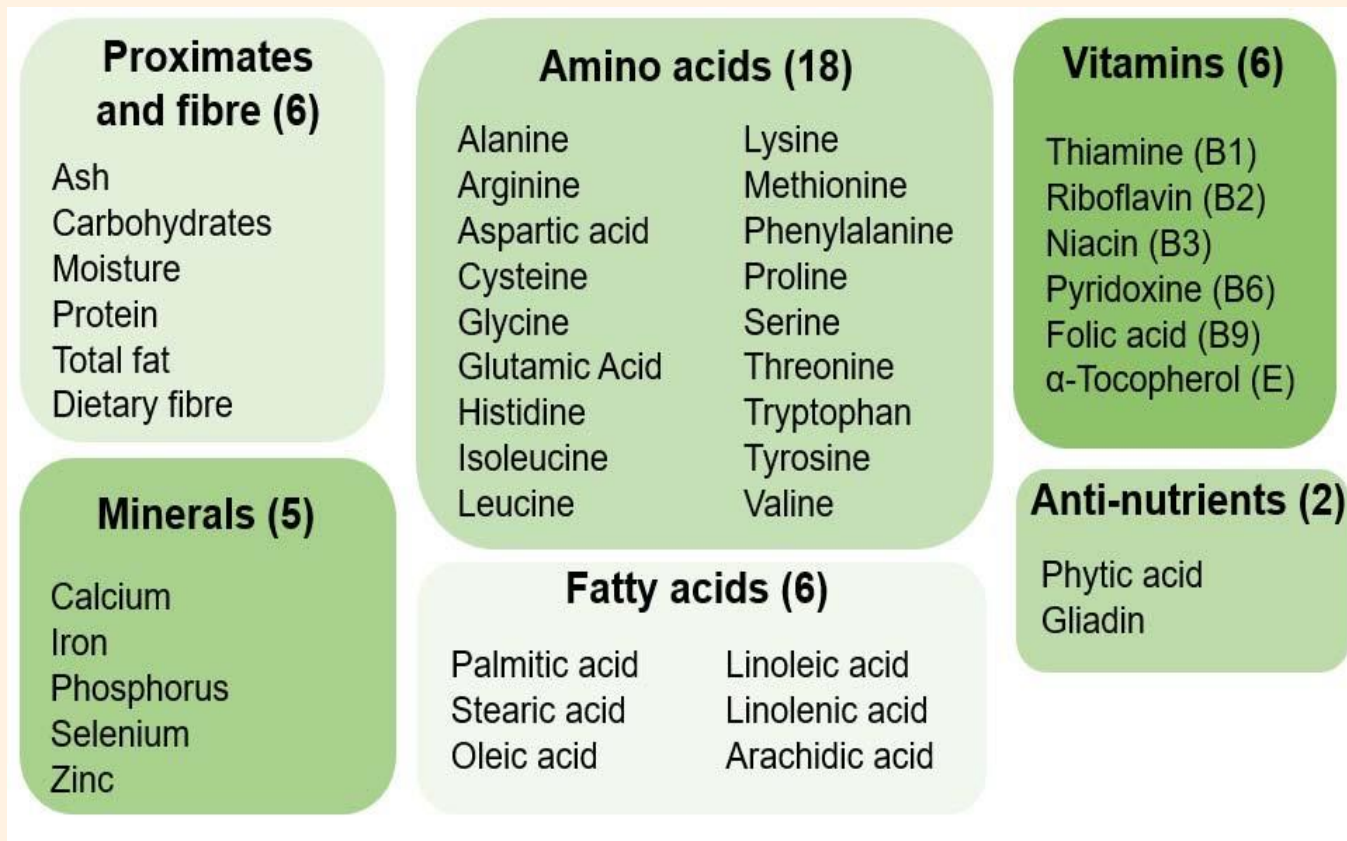


Season 23/24



# Resultados Agronômicos – composição química

- Comparando HaBH4 com não transgênico (cadenza) e outras cultivares
- 41 componentes (nutrientes, micronutrientes, vitaminas, minerais e antinutrientes) em grãos
- 10 componentes (umidade, cinzas, proteína, gordura totais, carboidratos, fibra dietética, fosforo e cálcio) – forragem
- 6 locais na Argentina
- Força do Gluten ???????
- Asparagina ?????



# Resultados Agronômicos – composição química – diferenças estatísticas

- Zinco
- Serina \*
- Treonina
- Vitamina B9

\*Dentro do intervalo observado nas cultivares argentinas



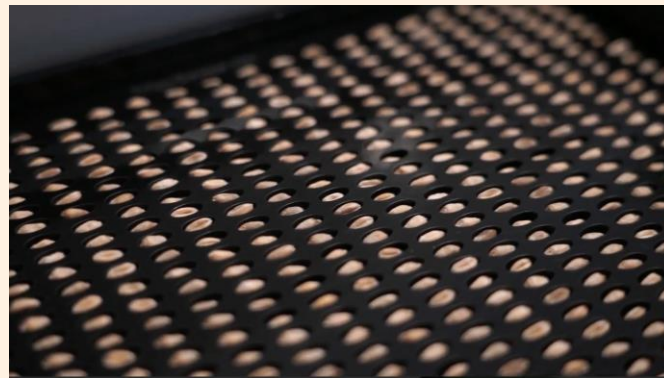
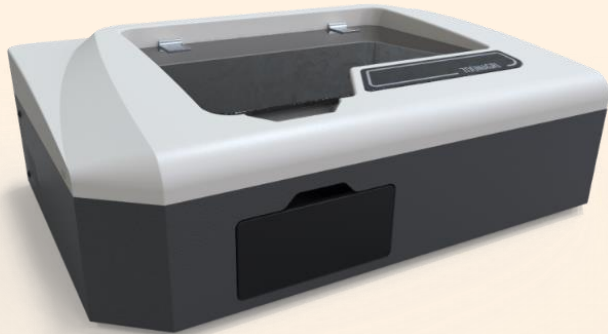
# Mercado

- Maioria mercado interno
- Pode haver empresas que querem certeza de não transgênico
- Necessidade de segregação - infraestrutura
- Aumento de custos para todos – análises
- Escapes possíveis (veja o caso dos EUA)



# Possíveis maneiras de diferenciar transgênico de não transgênico

- Analise espectral – plantas no campo (comprimento de onda diferentes)
- Grãos



Varietal analysis  
Wheat  
Varieties

Analysis N ° 193

Sample code:  
ZoomAgri Test

Date: 08/02/2022  
Time: 10:53:59 AM

Expected result: Algarrobo

Percentage	Variety
73.6	Algarrobo
26	Baguette_620
0.4	Cedro

Time of Analysis **00:49**

Classified seeds 277  
Discarded seeds 78

[GENERATE REPORT](#)



# Questionamentos

- Primeiro grupo por principio – ONG , etc.
- Gene de glufosinato de amônio – aumento do uso do herbicida
- Herbicida não aprovado pela união europeia
- Dados de segurança alimentar com trigo sem a aplicação de glufosinato de amônio
- Pouco questionamento do gene de girassol
- Risco de contaminação – exemplo dos EUA – trigo resistente ao glifosato – relatos mesmo 10 anos o ultimo experimento





# Questionamentos

DIGESTIVE HEALTH > CELIAC DISEASE

## Is GMO Wheat Causing Increases in Celiac and Gluten Sensitivity?

By [Jane Anderson](#) | Updated on August 25, 2022

✓ Medically reviewed by [Jonathan Purtell, MS, RD, CDN](#)

JOURNAL OF  
AGRICULTURAL AND  
FOOD CHEMISTRY

Perspective

[pubs.acs.org/JAFC](https://pubs.acs.org/JAFC)

### Can an Increase in Celiac Disease Be Attributed to an Increase in the Gluten Content of Wheat as a Consequence of Wheat Breeding?

Donald D. Kasarda

Western Regional Research Center, Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture, 800 Buchanan Street, Albany, California 94710, United States

**ABSTRACT:** In response to the suggestion that an increase in the incidence of celiac disease might be attributable to an increase in the gluten content of wheat resulting from wheat breeding, a survey of data from the 20th and 21st centuries for the United States was carried out. The results do not support the likelihood that wheat breeding has increased the protein content (proportional to gluten content) of wheat in the United States. Possible roles for changes in the per capita consumption of wheat flour and the use of vital gluten as a food additive are discussed.

**KEYWORDS:** *gluten, celiac disease, breeding, wheat protein content*



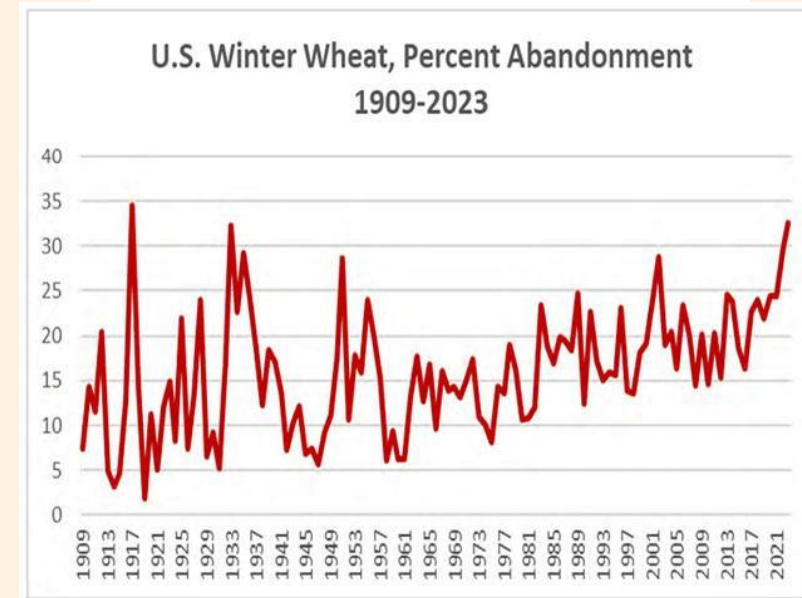
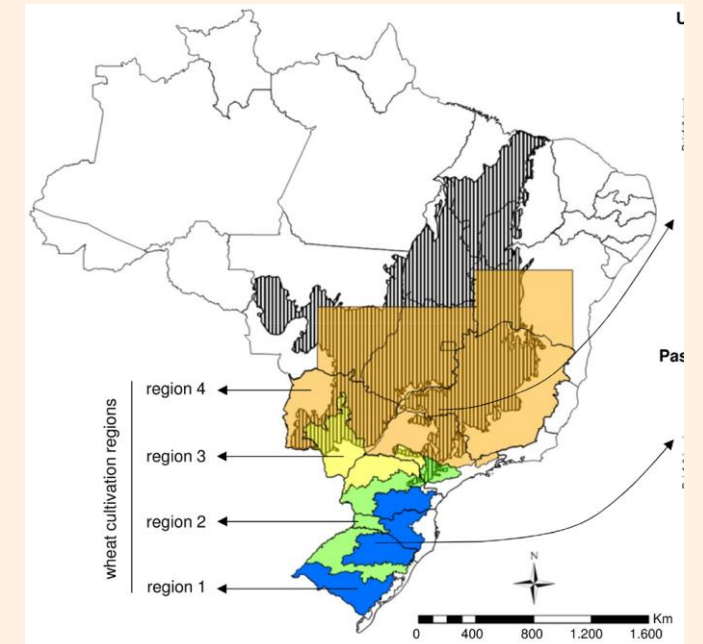


13 motivos para que o Brasil não aprove a importação e o uso,

1. o de que o uso do transgênico aumentará o consumo de agrotóxicos.
2. a possibilidade de contaminação de toda a cadeia alimentar com os transgênicos
3. não ter sido garantida a participação da sociedade civil no debate sobre os efeitos do uso do glufosinato de amônio nessa modalidade de trigo
4. Foram inseridos 62.000 pares de bases (na soja e milho de 4 a 5 mil)

# Considerações Finais

- Cultivar primeira geração não adequado – colocar gene em material brasileiro moderno
- Deve ter vantagens nas regiões mais ao norte (regiões 3 e 4) onde a falta de água é recorrente, menos importante para o Sul do Brasil
- Segurança alimentar não deve ter problemas genes já fazem parte da cadeia alimentar ( mas seria bom testes com animais com trigo mesmo e não com a proteína isolada de bactéria)
- Cadeia do trigo terá aumento de custos para todos
- Glufosinato de amônio (Finale) - Não poderá ser usado como dessecante (não vai funcionar)
- Campanhas das ONG contra o uso do trigo transgênico
- Vai precisar de campanhas de esclarecimento da população





# OBRIGADO !

[federizzil@gmail.com](mailto:federizzil@gmail.com)

51 998081047

Fórum Nacional de Trigo 2023

16ª Reunião da Comissão Brasileira  
de Pesquisa de TRIGO E TRITICALE



Realização:

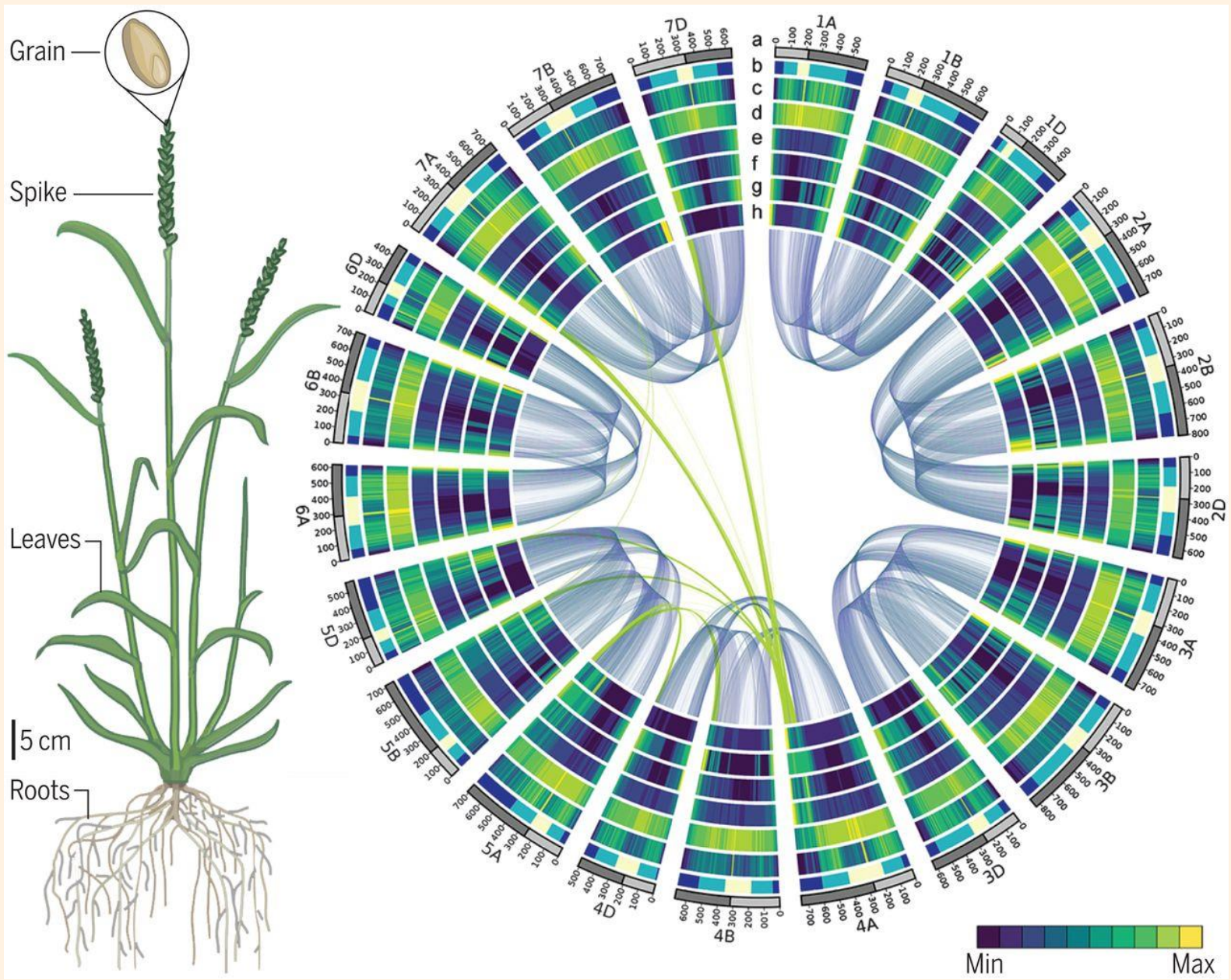


**TÍTULO DO ASSUNTO (entre 24 e 30 pts)**

SUBTÍTULO (se houver) – entre 20 e 26 pts

Conteúdo (entre 16 e 18 pts)





107,891 high-confidence genes

**SCIENCE**

17 Aug 2018

Vol 361, Issue 6403