



Produção de Sementes (LPV-638)
Graduação – Engenharia Agrônômica
Primeiro Semestre de 2017

ANÁLISE DE IMAGENS EM TECNOLOGIA DE SEMENTES



Francisco Guilhien Gomes Junior
Tecnologia de Sementes
Depto de Produção Vegetal
USP/ESALQ

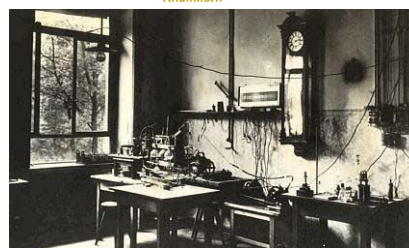
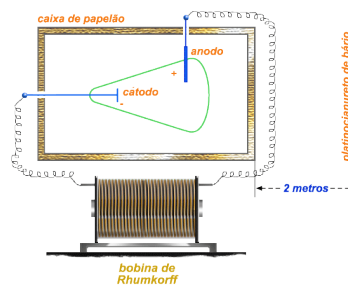


Descoberta dos raios X

- Físico alemão Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923)



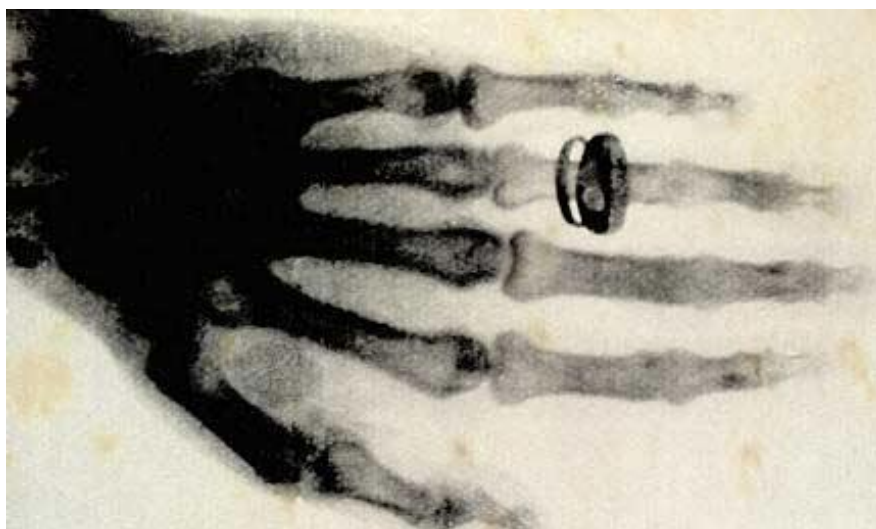
Fonte: google



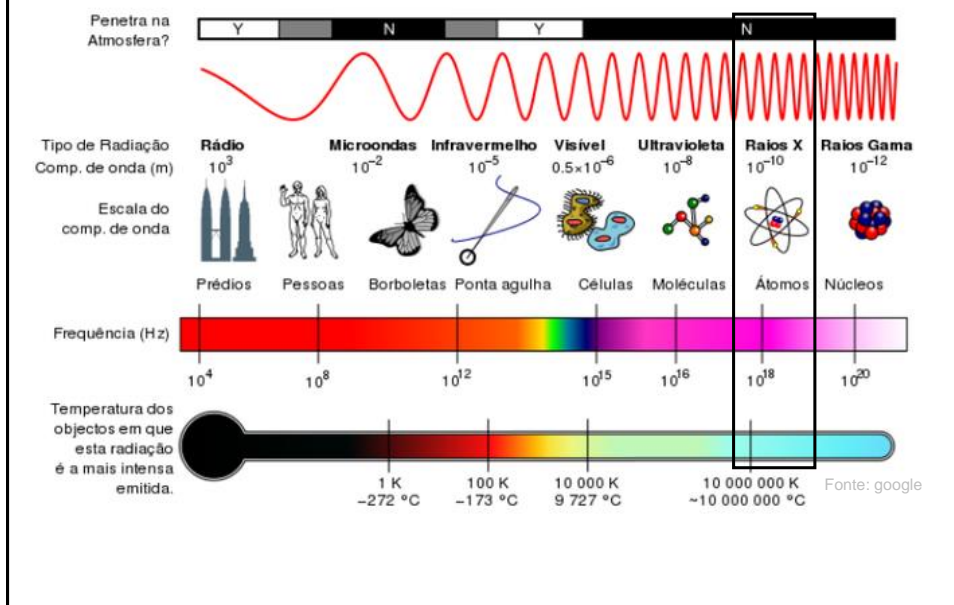
Laboratório de Röntgen (Alemanha)

O fortuito 8 de novembro de 1895

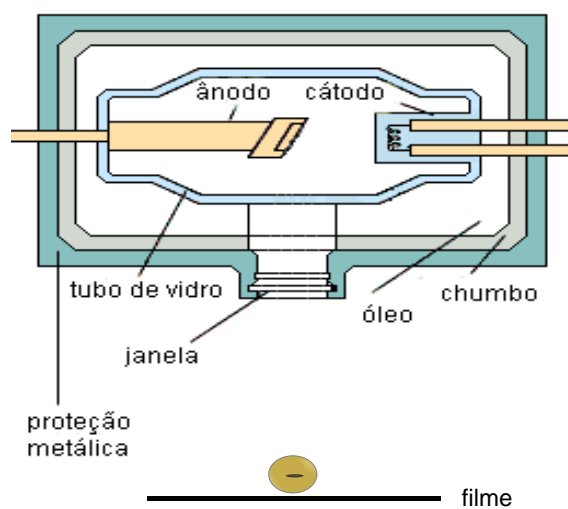
- 8 de novembro de 1895: primeira chapa de raios X



Características dos raios X



Como os raios X são gerados?



Fatores que afetam o nível de absorção dos raios X pela **semente**

Espessura e densidade dos tecidos



Fonte: google

Composição química da semente

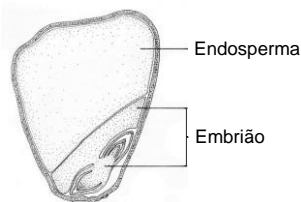
Principais reservas armazenadas em sementes de algumas espécies de interesse econômico

Espécie	Proteínas (%)	Carboidratos (%)	Lipídios (%)	Estrutura
Algodão	39	15	33	Embrião
Amendoim	31	12	48	Embrião
Arroz	8	65	2	Endosperma
Ervilha	25	52	6	Embrião
Feijão	23	56	1	Embrião
Girassol	17	19	46	Embrião
Mamona	18	0	64	Endosperma
Milho	10	80	5	Endosperma
Soja	37	26	17	Embrião
Trigo	12	75	2	Endosperma

Adaptado de Bewley e Black (1985)

Composição porcentual de reservas armazenadas em diferentes partes da semente de milho, cv. Iowa 939

Reserva	Semente	Endosperma	Embrião
Proteínas	8	7	19
Amido	74	88	9
Lipídios	4	<1	31



Bewley e Black (1985)

A composição química da semente define seu grau de avidéz por água

O teor de água da semente influencia a densidade óptica

Imagens radiográficas de sementes de Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) apresentando diferentes graus de umidade

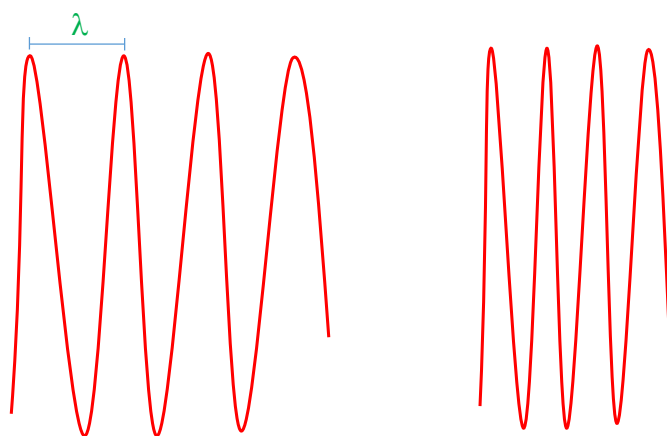


35% de água



15% de água

Comprimento de onda (λ) da radiação ionizante



objetos menos densos

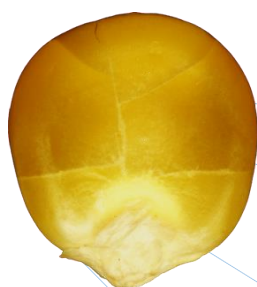
objetos mais densos

Raios X de **menor** comprimento de onda possuem **maior** poder de penetração

O TESTE DE RAIOS X

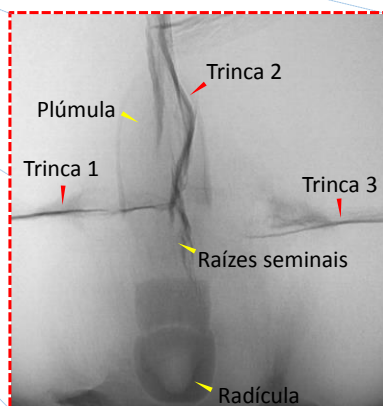
interpretação

- Conhecer a morfologia interna
- Conhecer o princípio do teste

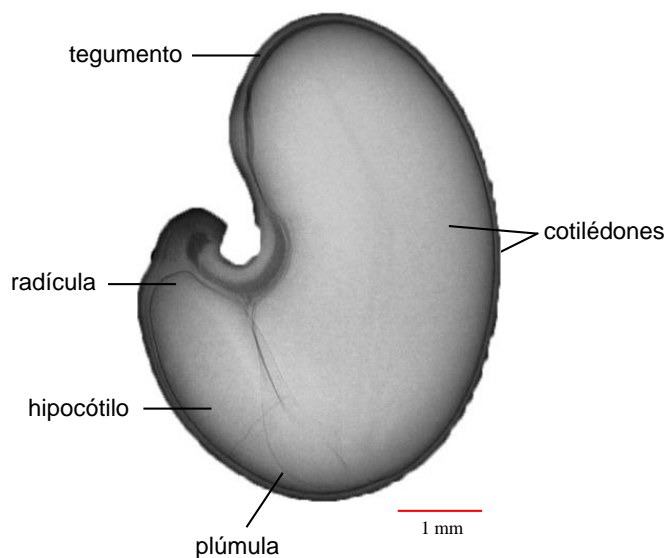


ISTA (2003) e RAS (2009)

Recomendado com a finalidade básica de detectar sementes cheias, vazias, com injúrias mecânicas ou atacadas por insetos



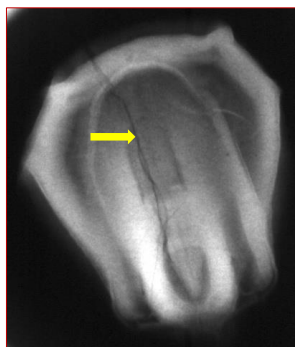
Crotalaria juncea L.



Viabilidade da utilização de raios X em sementes

Não provoca mutação: a pequena dose de radiação usada durante o teste não exerce influência negativa sobre a germinação

CAUSA



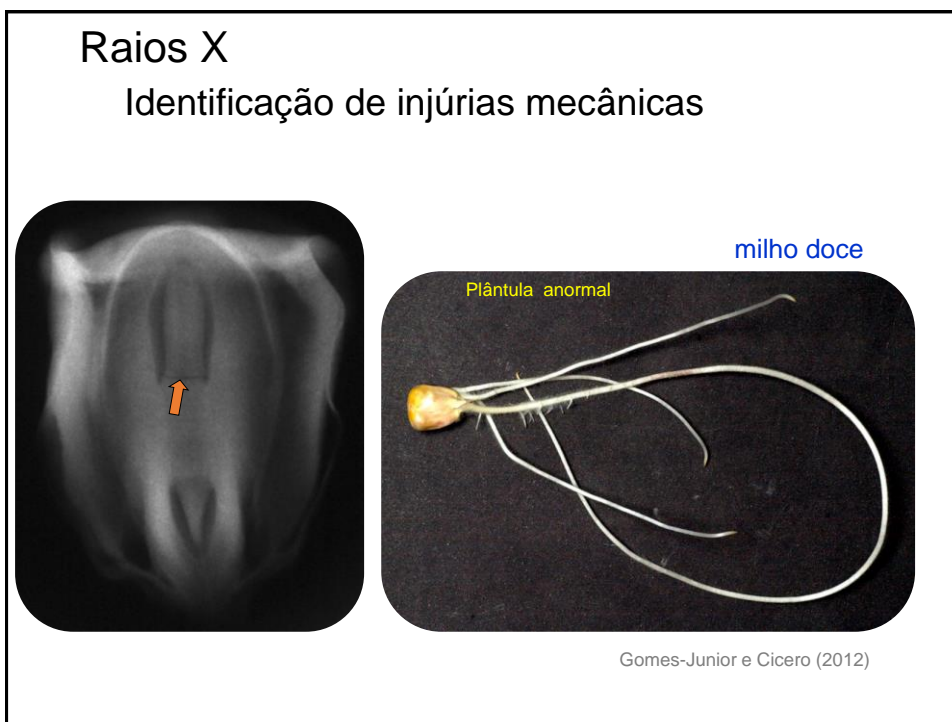
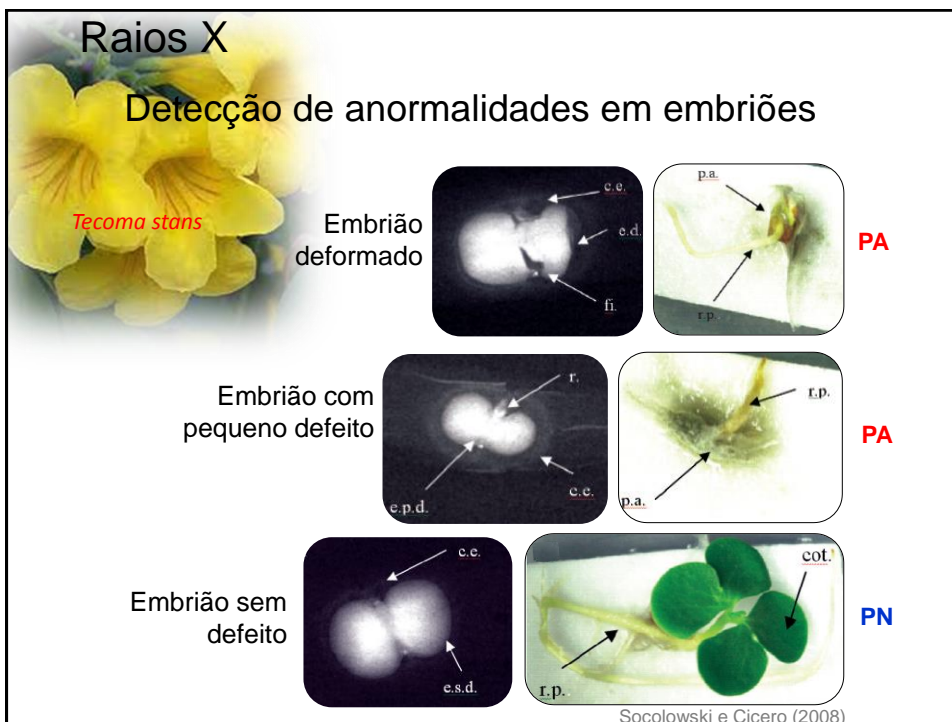
Radiografia de semente de milho doce

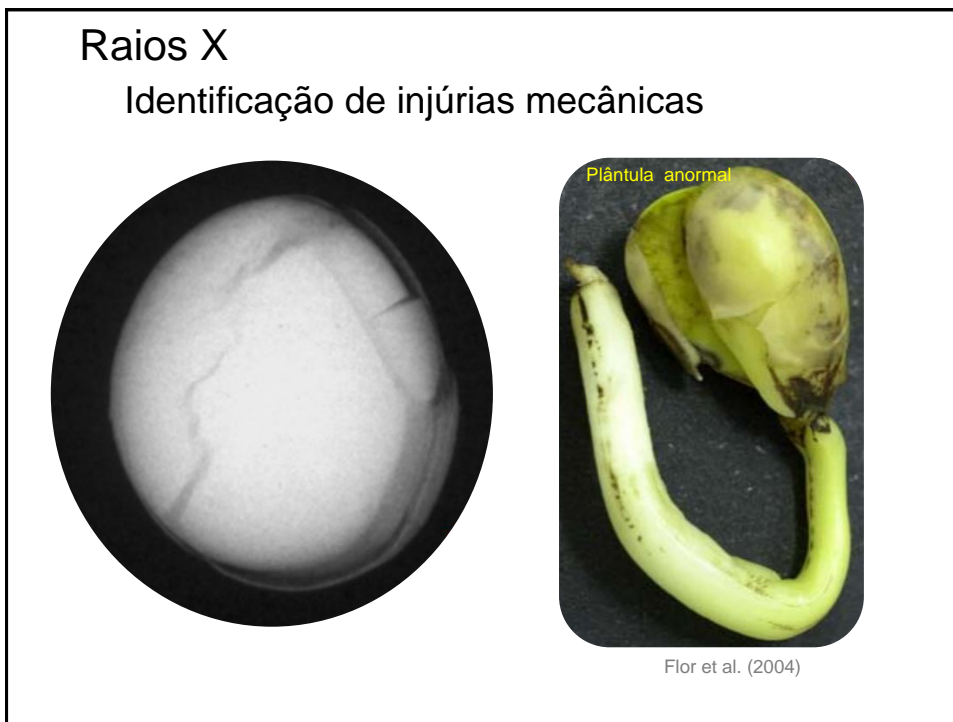
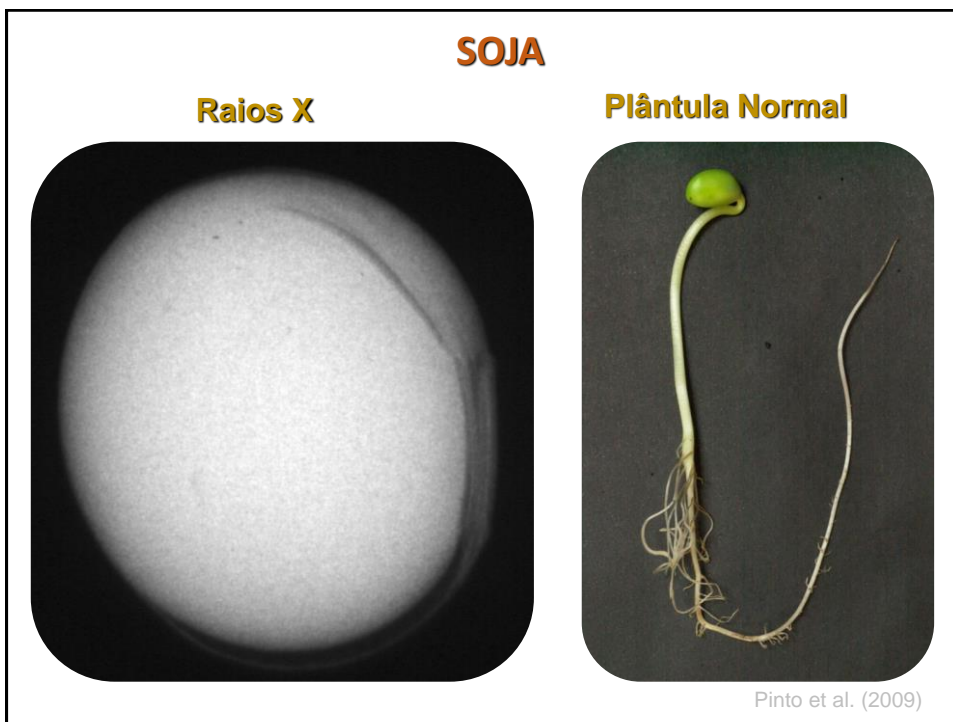
EFEITO

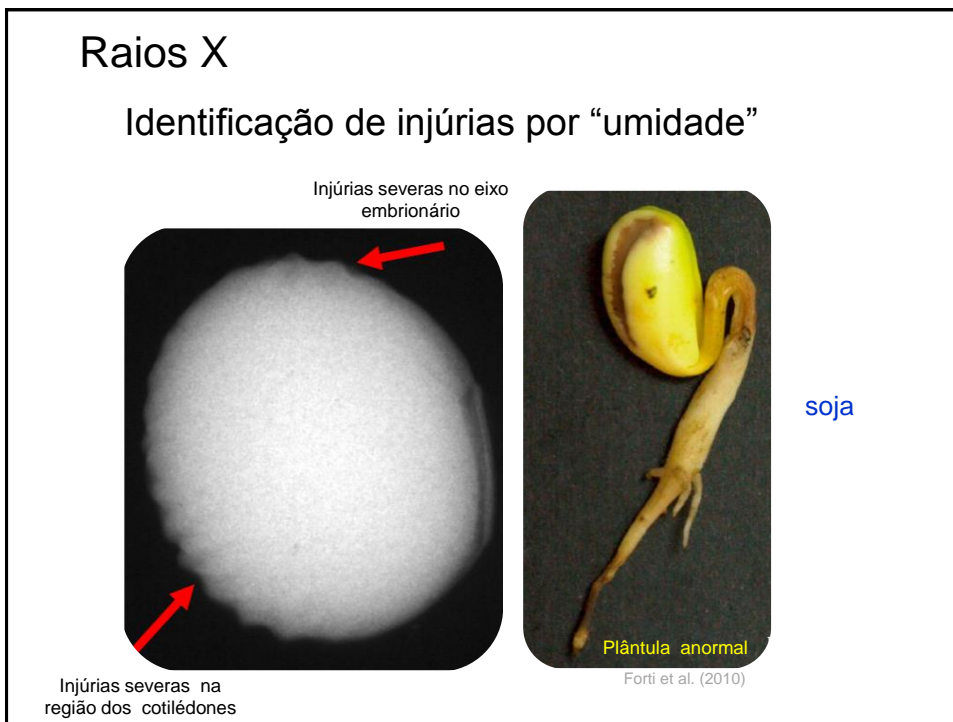
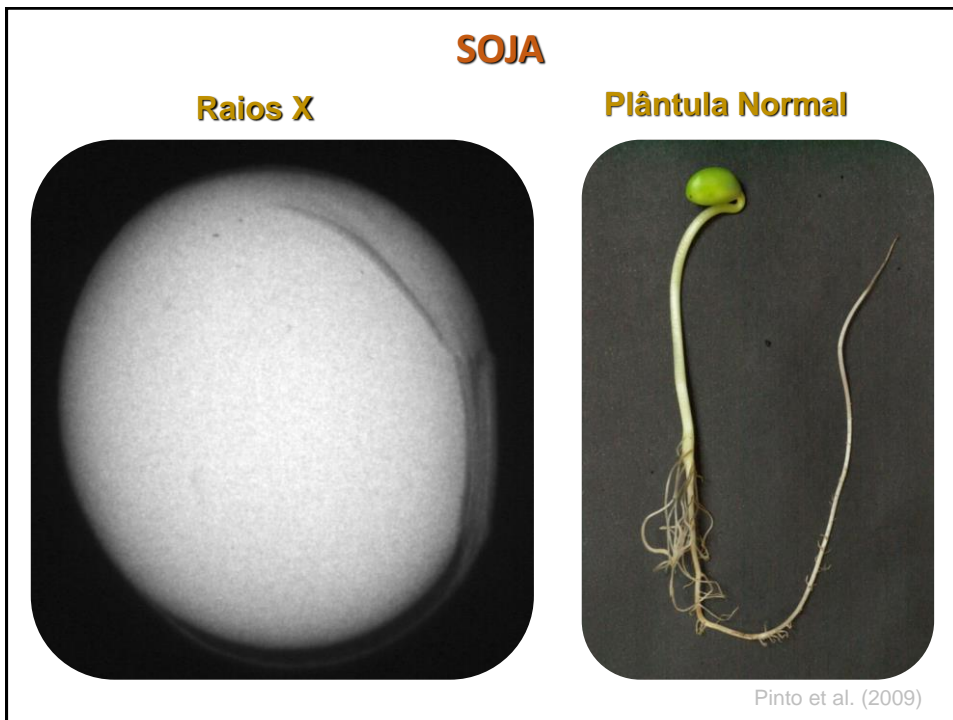


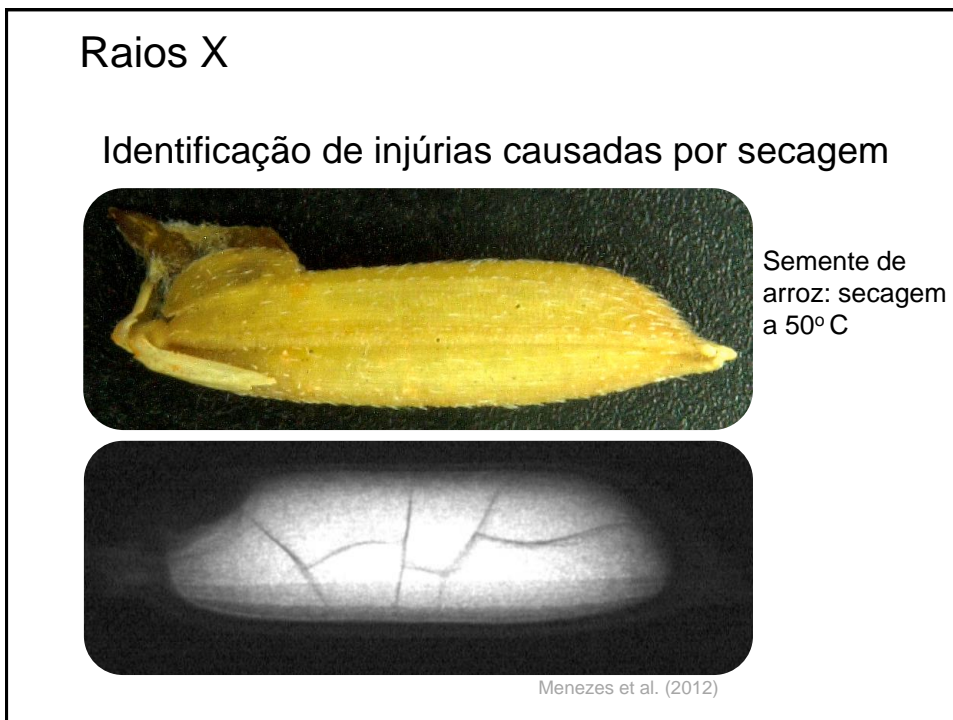
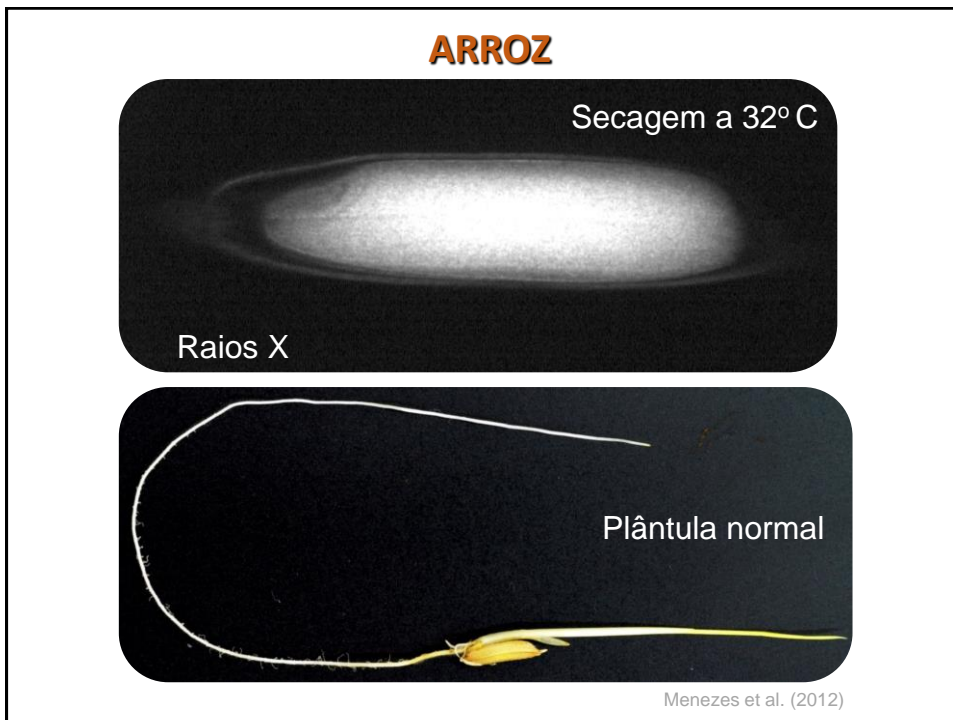
Gomes-Junior e Cicero (2012)

Não inviabiliza a semente (**método não destrutivo**): relações de causas e efeitos

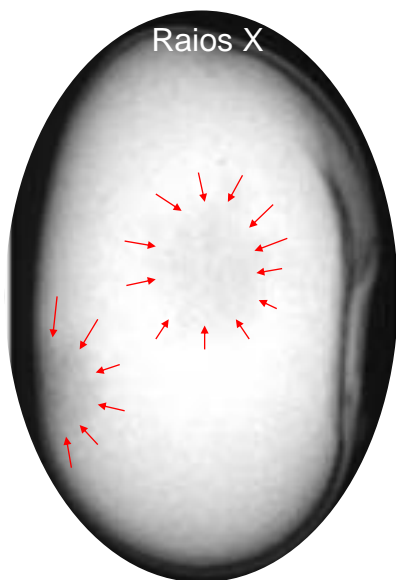








Ataque de percevejo



Forti et al. (2008)

Ataque de caruncho

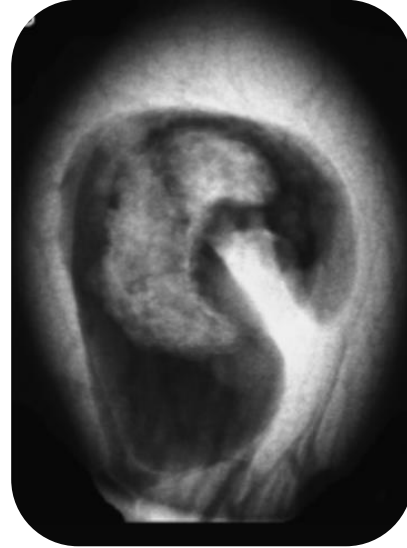
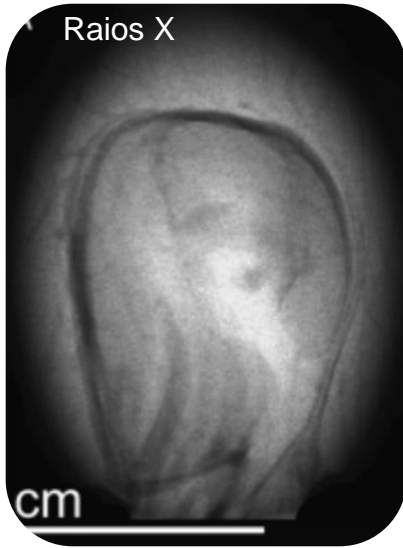
feijão-caupi



Melo et al. (2010)

Predação: Curculionidae

Raios X



Syagrus romanzoffiana Cham. (Arecaceae)

Brancalion et al. (2011)

Sitophilus zeamais

Raios X

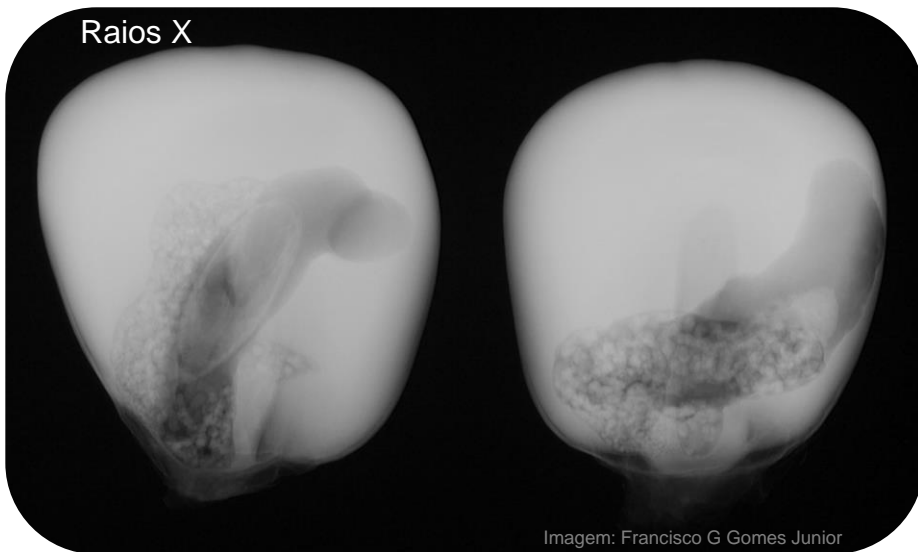
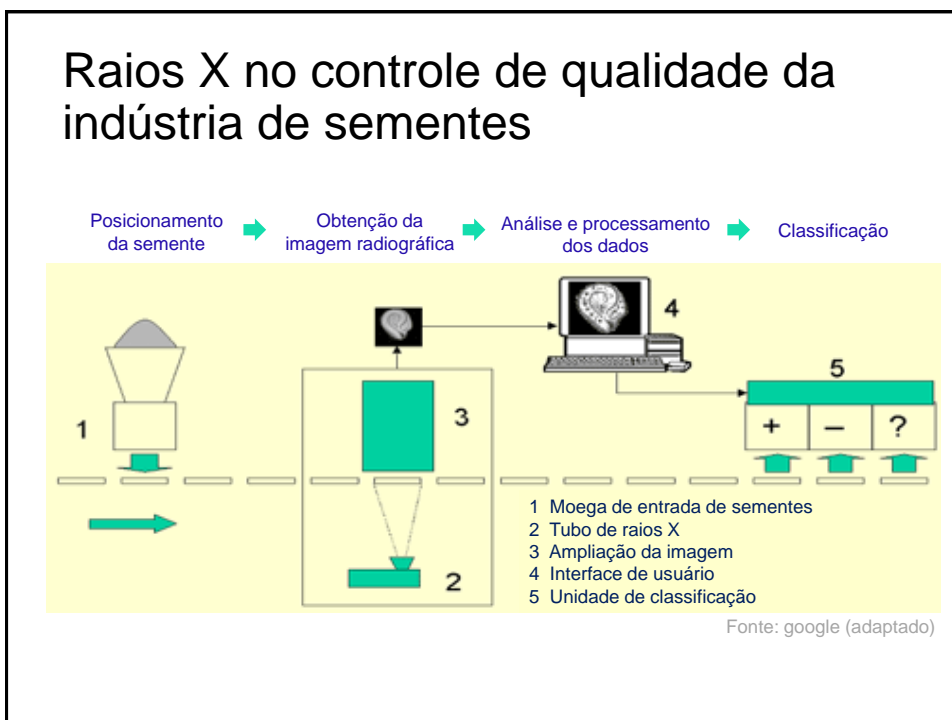
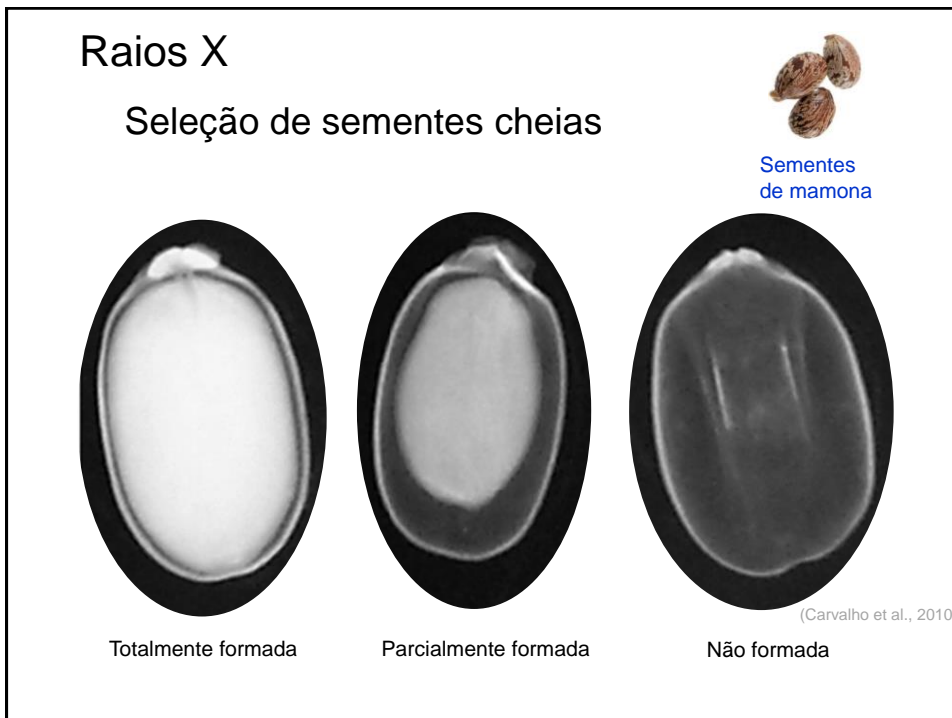
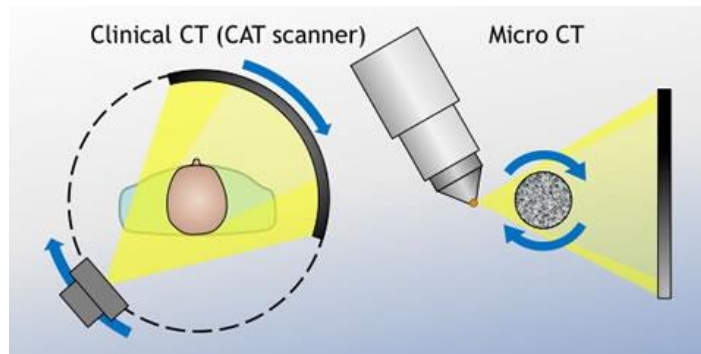


Imagem: Francisco G Gomes Junior

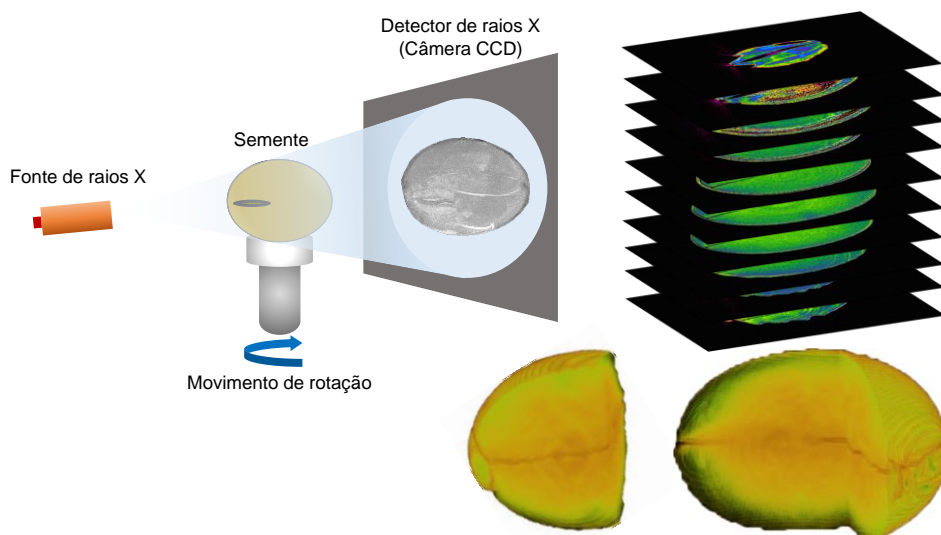


Tomografia (TC) e microtomografia (micro-TC) computadorizada de raios X



- Diferença da micro-TC em relação à TC consiste no grau de resolução da imagem e no tamanho do objeto a ser analisado

Como a micro-TC funciona?



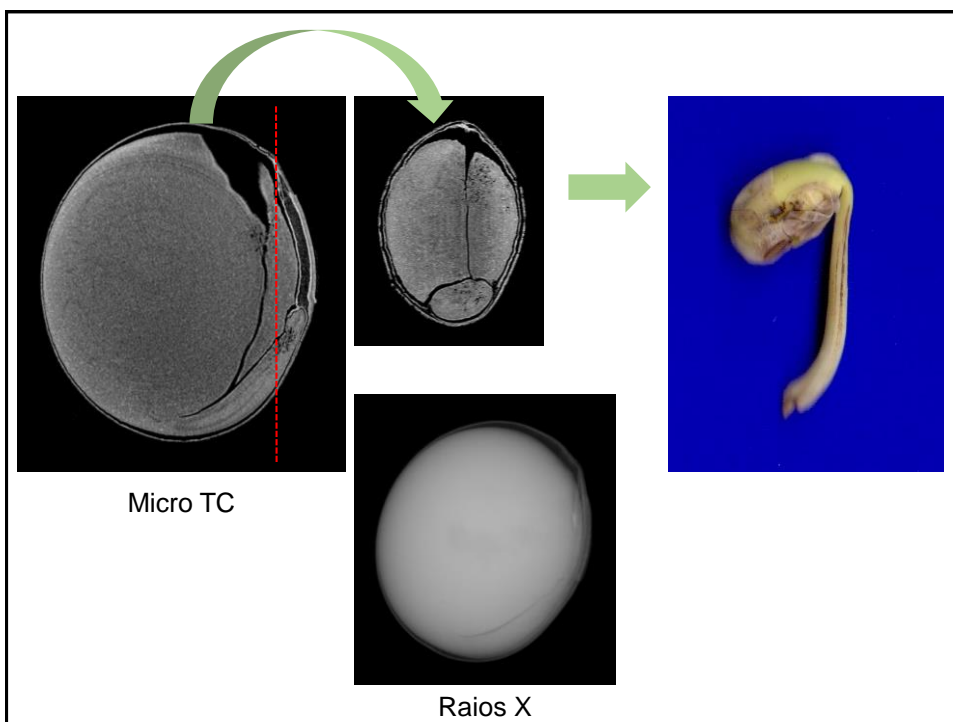
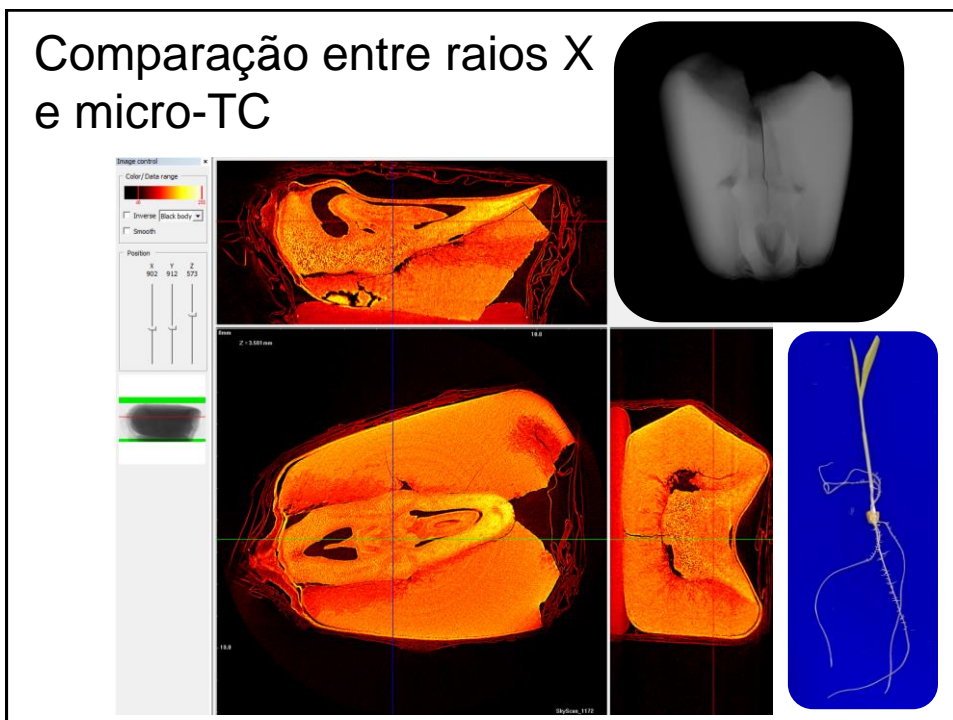
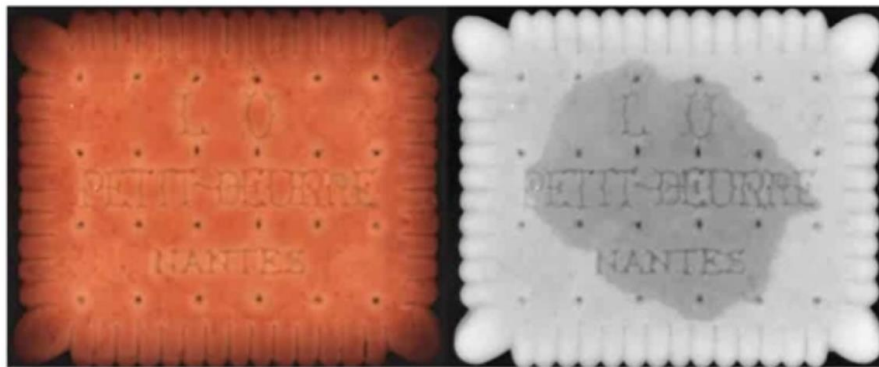


Imagem multiespectral

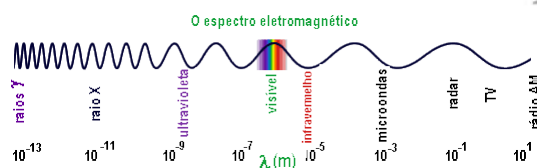


luz ambiente

660nm (banda específica para água)

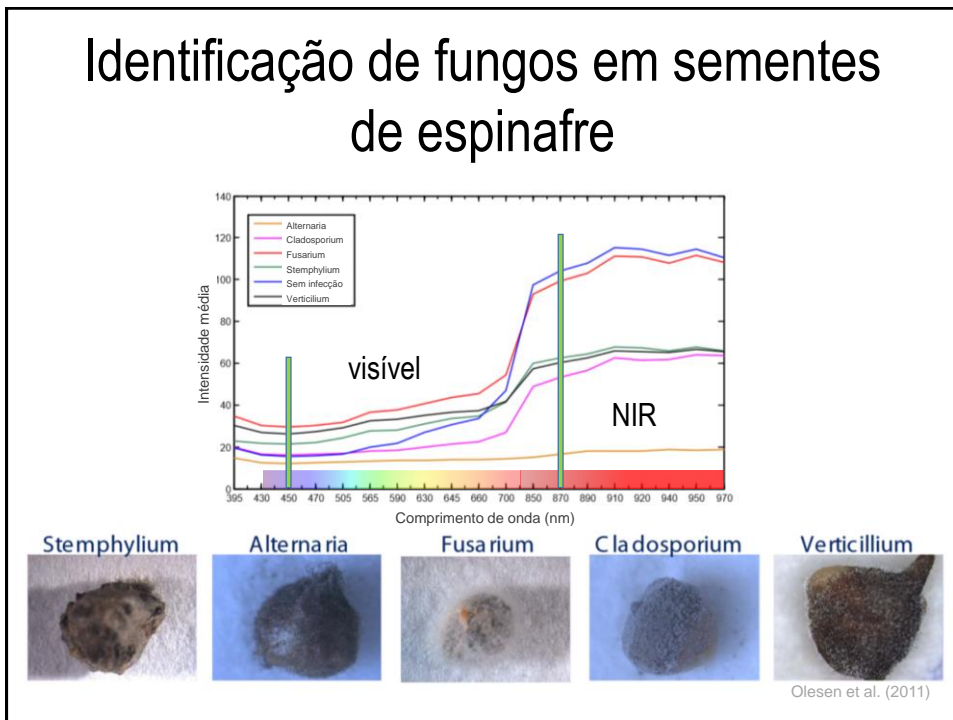
Câmera multiespectral

Imagem multiespectral



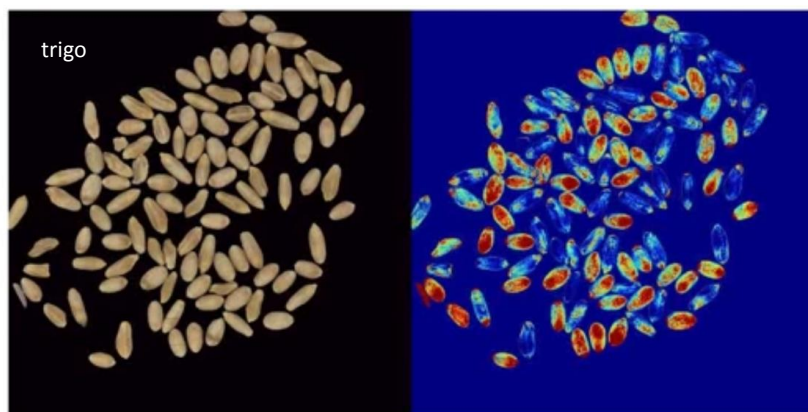
Imagens de um **mesmo objeto**, tomadas com **diferentes comprimentos de ondas** eletromagnéticas (luz visível, infravermelha, ultravioleta, raios X ou qualquer outra faixa do espectro)

Identificação de fungos em sementes de espinafre

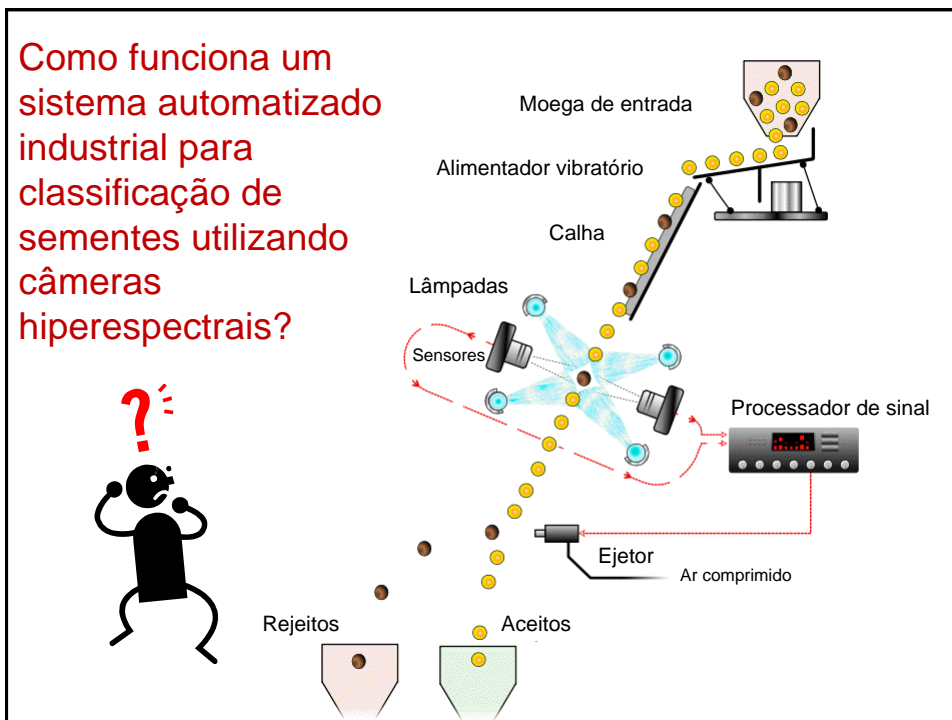
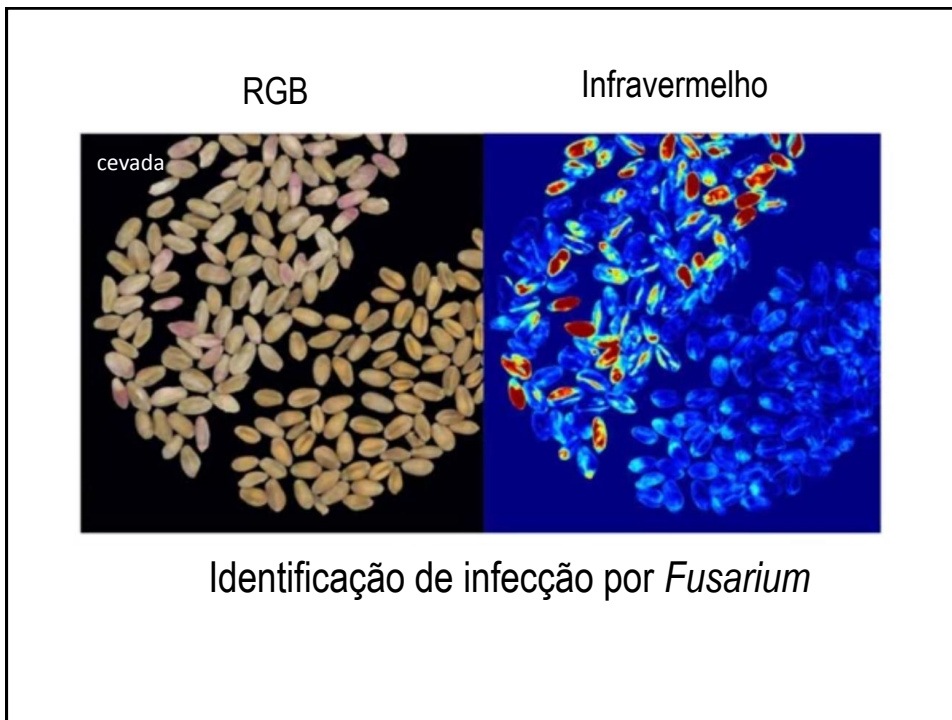


RGB

Infravermelho

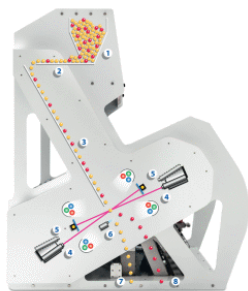


Identificação de sementes pesadas (azul) e leves (vermelho/laranja)



Classificação de sementes por imagens

Sensor CCD RGB (2048 pixels)



Rejeitos

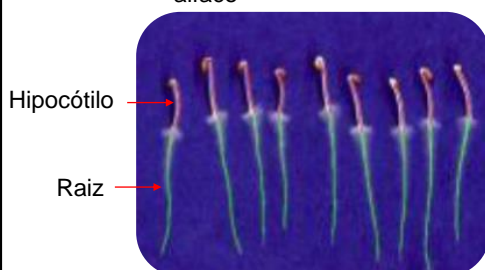


Aceitos

Avaliação automatizada do vigor de sementes

(Baseado em características morfológicas de plântulas)

alface



Hipocótilo

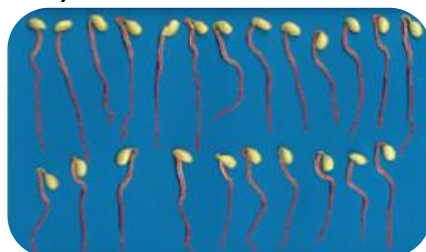
Raiz

Programas

- *Seed Vigor Imaging System (SVIS)*
- Análise Automatizada do Vigor de Sementes (Vigor-S)

soja

Baalbaki et al. (2009)



Marcos-Filho et al. (2009)

Determinação de índices (escala de 0 a 1000)

- Crescimento
- Uniformidade de desenvolvimento
- Vigor

Determinação do comprimento médio das plântulas da amostra

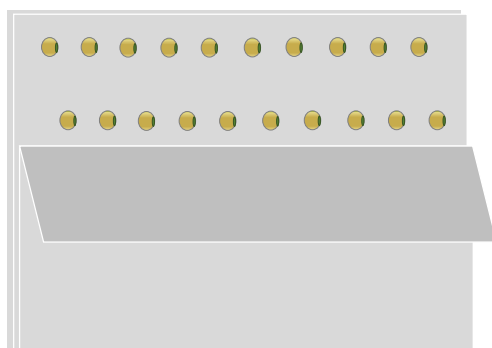
Semeadura e posicionamento do substrato

Germinação:

20 a 25 sementes por repetição

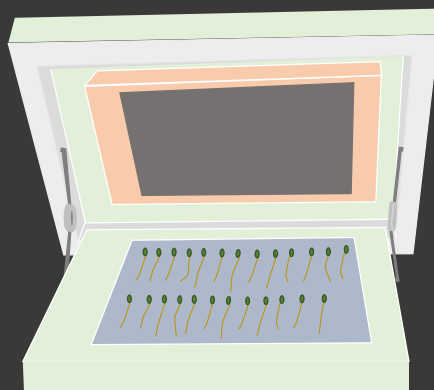
Temperatura constante

Substrato posicionado com angulação próxima da vertical (75 a 80 ° em relação à horizontal)



Seed Vigor Imaging System (SVIS)

Imagens de plântulas digitalizadas por meio de escâner:
as partes são identificadas e marcadas por software
específico



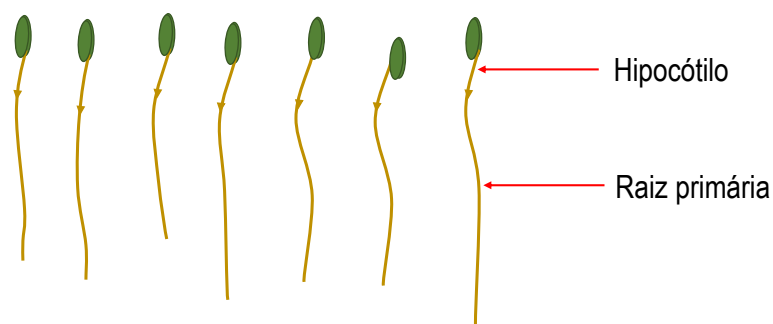
escâner instalado na
posição invertida no interior
de uma caixa metálica



plântulas são transferidas
para a base da caixa
metálica

Imagem: Francisco G Gomes-Junior

Obtenção de dados de comprimento da raiz primária, do hipocótilo, das plântulas e da relação raiz/hipocótilo



Normalmente, são avaliadas plântulas com 3 e 4 dias de idade

Outros resultados fornecidos pelo SVIS

Índice de vigor: calculado com base na rapidez e uniformidade de desenvolvimento das plântulas da amostra, em relação ao máximo valor estimado para plântulas com idade pré-estabelecida na programação do software

Resultados variam na escala de 0 a 1000

Eficiência comprovada do SVIS®

- Alface** - Sako et al. (2001)
- Soja** - Hoffmaster et al. (2003); Marcos Filho et al. (2009)
- Milho** - Otoni e McDonald (2005)
- Milho doce** - Gomes Junior et al. (2009); Alvarenga et al. (2012)
- Melão** - Marcos Filho et al. (2006)
- Crotalária** - Silva, C.B. et al. (2012)
- Pepino** - Chiquito et al. (2012)
- Amendoim** - Marchi et al. (2011)
- Trigo** - Silva, V.N. et al. (2012)
- Girassol** - Rocha (2012)
- Tomate e berinjela** - Silva, V.N. (2012)
- Quiabo** - Kikuti e Marcos Filho (2013)
- Algodão** - Alvarenga (2013)
- Arroz** - Gomes Junior et al. (2013)
- Feijão** - Gomes Junior et al. (2014)

Cuidados: SVIS

- Temperatura no germinador

Parâmetros SVIS	Temperatura °C					
	Milho			Soja		
	24	25	26	24	25	26
Crescimento	531 b	459 b	734 a	612 b	573 b	731 a
Uniformidade	832 b	861 a	859 a	867 a	872 a	870 a
Vigor	621 b	579 b	765 a	739 b	722 b	800 a

Otoni e McDonald et al. (2005)

Avaliação do vigor de sementes de feijão: SVIS X métodos tradicionais

Lote	G	PCG	EA	EPA	VEP	CE
	----- % -----					(índice)
1	80 b*	60 c	44 b	79 ab	5,5 bc	86,3 c
2	85 ab	73 b	44 b	84 ab	5,8 b	85,7 bc
3	80 b	54 c	22 c	65 b	4,2 c	77,8 ab
4	96 a	83 a	85 a	93 a	7,5 a	72,6 a
5	96 a	93 a	89 a	94 a	7,6 a	72,8 a
C.V. (%)	7,1	6,4	9,5	11,9	10,1	4,8

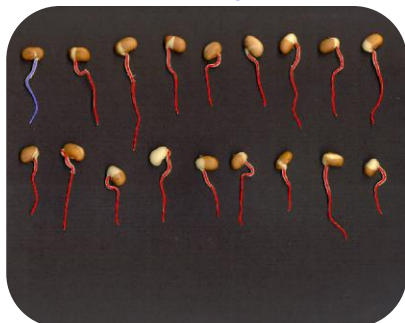
* Médias seguidas pela mesma letra dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) Gomes-Junior et al. (2014)

Lote	CP (cm)	C	U	IV				
				30:70	40:60	50:50	60:40	70:30
1	4,4 c*	433 b	915 b	771 b	723 b	675 b	626 b	578 b
2	4,5 c	440 b	913 b	771 b	724 b	677 b	629 b	582 b
3	3,1 d	306 c	917 b	734 c	672 c	612 c	550 c	489 c
4	8,6 b	852 a	945 a	917 a	908 a	899 a	889 a	880 a
5	9,4 a	920 a	933 ab	929 a	927 a	927 a	925 a	924 a
CV (%)	5,6	5,6	1,4	1,4	1,7	2,1	2,7	3,2

* Médias seguidas pela mesma letra dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) Gomes-Junior et al. (2014)

Avaliação automatizada do vigor de sementes de feijão (programa SVIS)

Baixo vigor



Comp. plântula em azul: 4,5 cm
Índice de Crescimento: 435
Índice de Uniformidade: 925
Índice de Vigor: 582

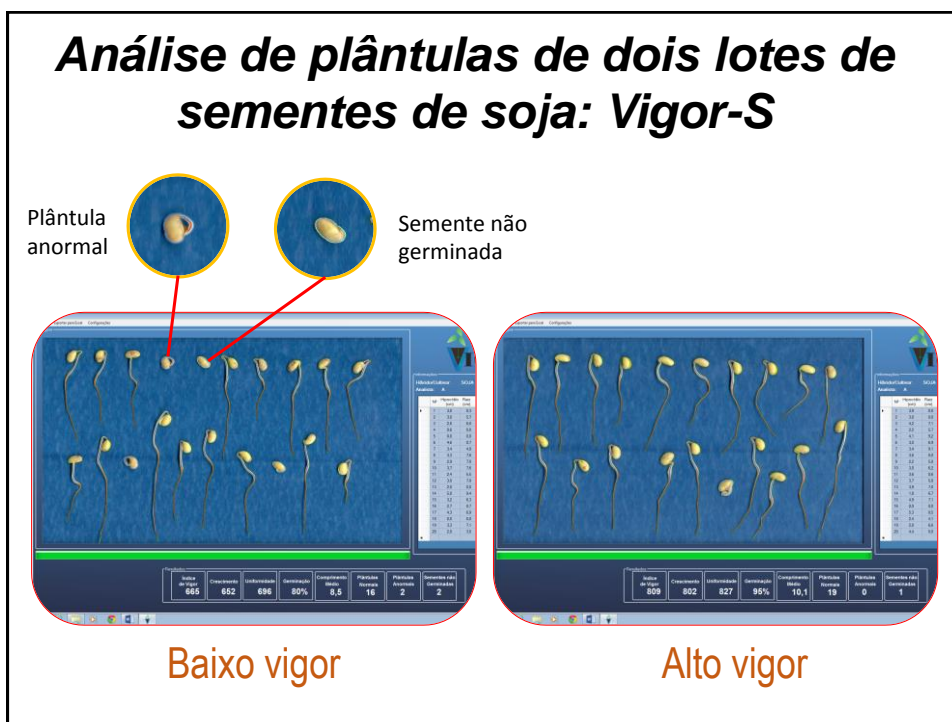
Alto vigor



Gomes-Junior et al. (2014)

Comp. plântula em azul: 7,8 cm
Índice de Crescimento: 837
Índice de Uniformidade: 947
Índice de Vigor: 870





Cuidados SVIS e Vigor-S

- Uniformidade de umedecimento do substrato
- **Grau de umidade e tamanho das sementes**
- Horário de instalação e digitalização da imagens
- **Sementes dormentes**
- Diferenças na taxa de crescimento entre genótipos

Vantagens da análise automatizada do vigor de sementes

- maior **rapidez** nos resultados. Ex.: envelhecimento acelerado para soja = 7 dias; teste de frio para milho = 14 dias
- Os resultados são gerados por **programa computadorizado**, eliminando os erros de interpretação humana
- Possibilita o **arquivamento das imagens das plântulas** após a germinação, que é mais vantajoso em relação ao arquivamento de dados numéricos
- É um **método direto** para avaliação do vigor pois determina o desempenho das plântulas

