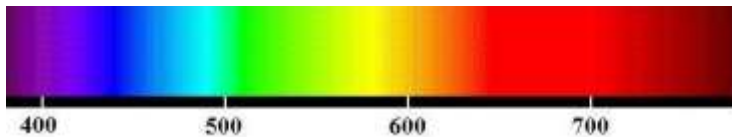


# Fotomorfogênese

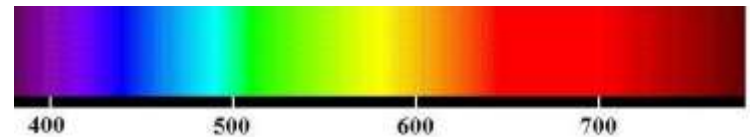


# Plantas e animais evoluíram para utilizar a mesma faixa do espectro luminoso



Animal:

Visão



Planta:

Fotossíntese  
Fotomorfogênese

# 1- Fotossíntese x Fotomorfogênese

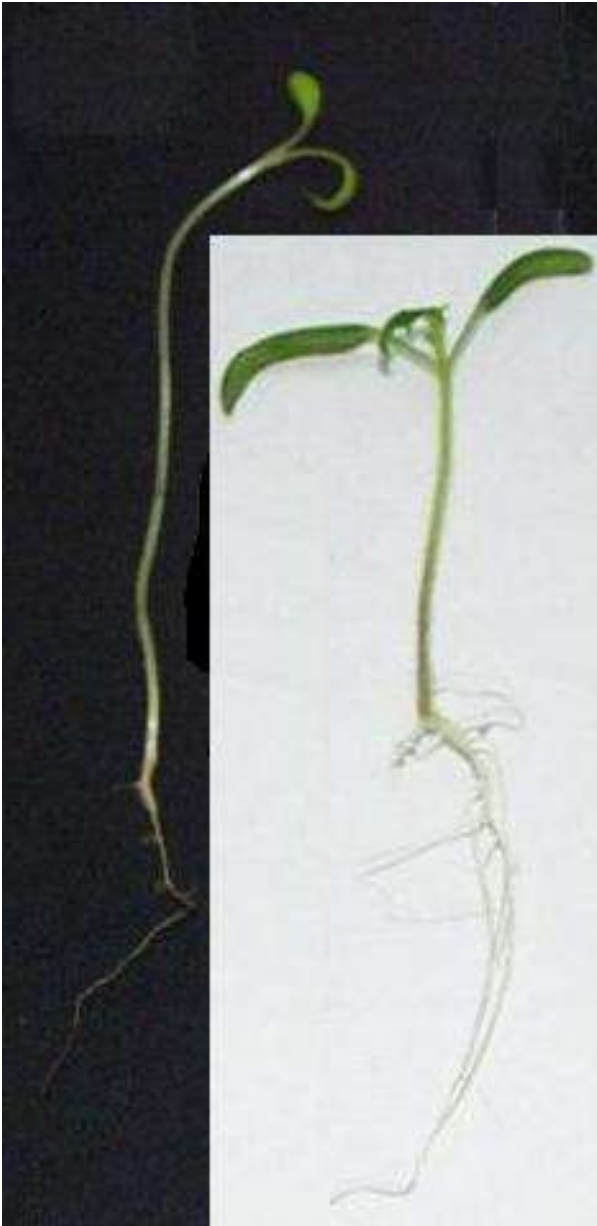
## Fotossíntese:

- ✓ quebra da molécula de água
- ✓ geração de ATP e NADPH
- ✓ acúmulo de matéria seca
- ✓ receptores: clorofila e carotenóides

## Fotomorfogênese:

- ✓ inibição do alongamento (desestiolamento)
- ✓ germinação de sementes
- ✓ florescimento
- ✓ partição de reservas
- ✓ receptores: fitocromo e criptocromo

## 2- Aspectos ecológicos :



Estiolamento permite **fuga da sombra** para fazer fotossíntese

✓ plantas crescidas no escuro possuem folhas estreitas e sem clorofila

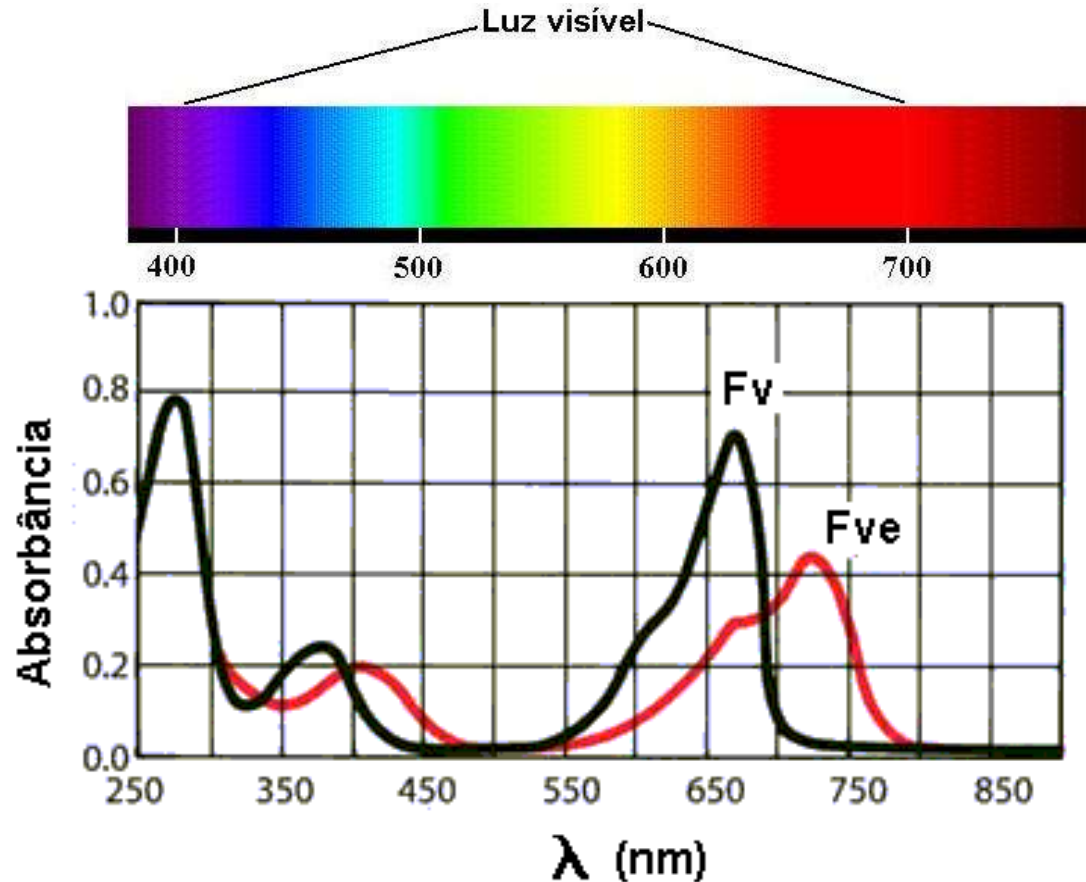
✓ plantas crescidas no claro acumulam clorofila em folhas amplas

### 3- Fotoreceptores:

Fitocromo: vermelho (V, 650-680 nm) e vermelho extremo (VE, 710 – 740 nm)

Criptocromo e fototropina: azul (425-490 nm) /UV-A (320-400 nm)

Ultraviolet-B Receptor 8 (UVR8): UV-B (280-320 nm)

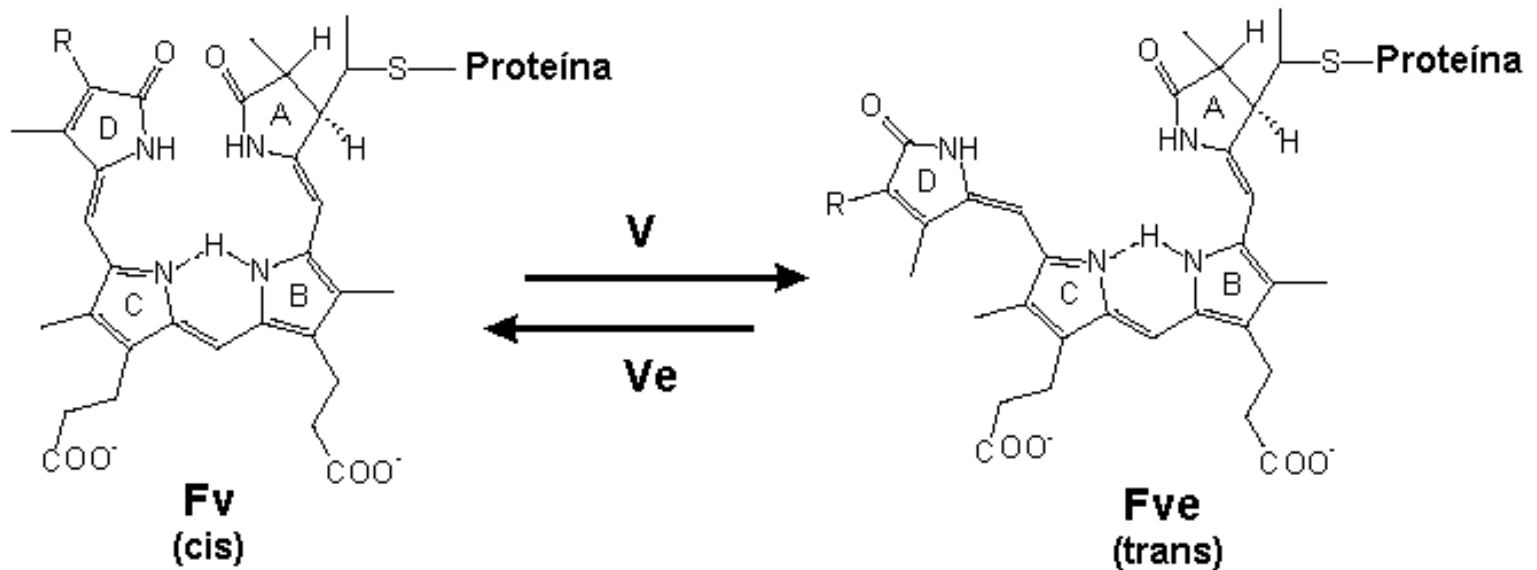


## 4- Fitocromo:

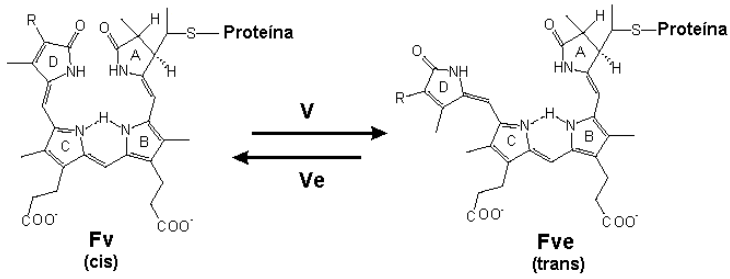
Pigmento azul de 150 KDa

Polipeptídeo (apoproteína) + cromóforo (fitocromobilina) = holoproteína

O cromóforo ocorre em duas formas inter conversíveis:



## 4- Fitocromo:



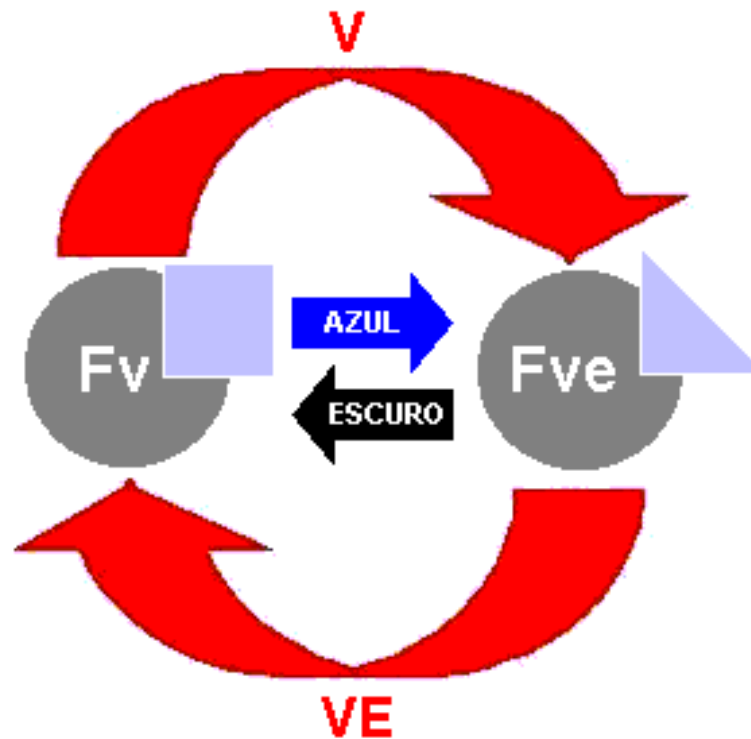
Fve = forma ativa (absorve luz  $V_e$ )

Fv = forma inativa (absorve luz  $V$ )

## 4- Fitocromo:

Fv = forma inativa (absorve luz V)

Fve = forma ativa (absorve luz Ve)





## 4- Fitocromo:

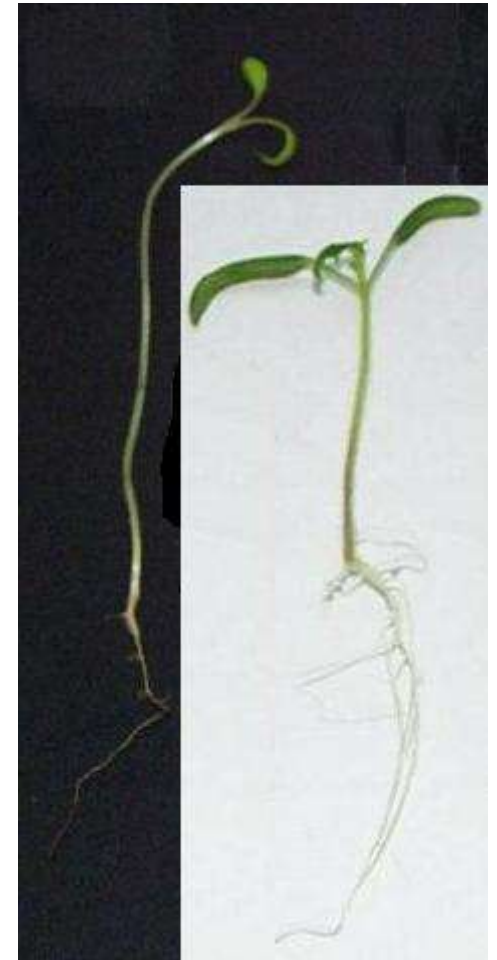


## 4- Fitocromo:

Fitocromo na forma ativa (Fve) possui os seguintes efeitos:

Promoção da germinação de algumas sementes

Inibição do alongamento do caule



## 4- Fitocromo:

### Em ambiente natural:

A luz que chega abaixo do dossel é rica em VE, pois o V fica retido no dossel

Plantas crescendo abaixo do dossel acumulam Fv (inativo)

Acúmulo de Fv faz com que plantas estiolem para buscar luz acima do dossel (ex. espécies clímax)

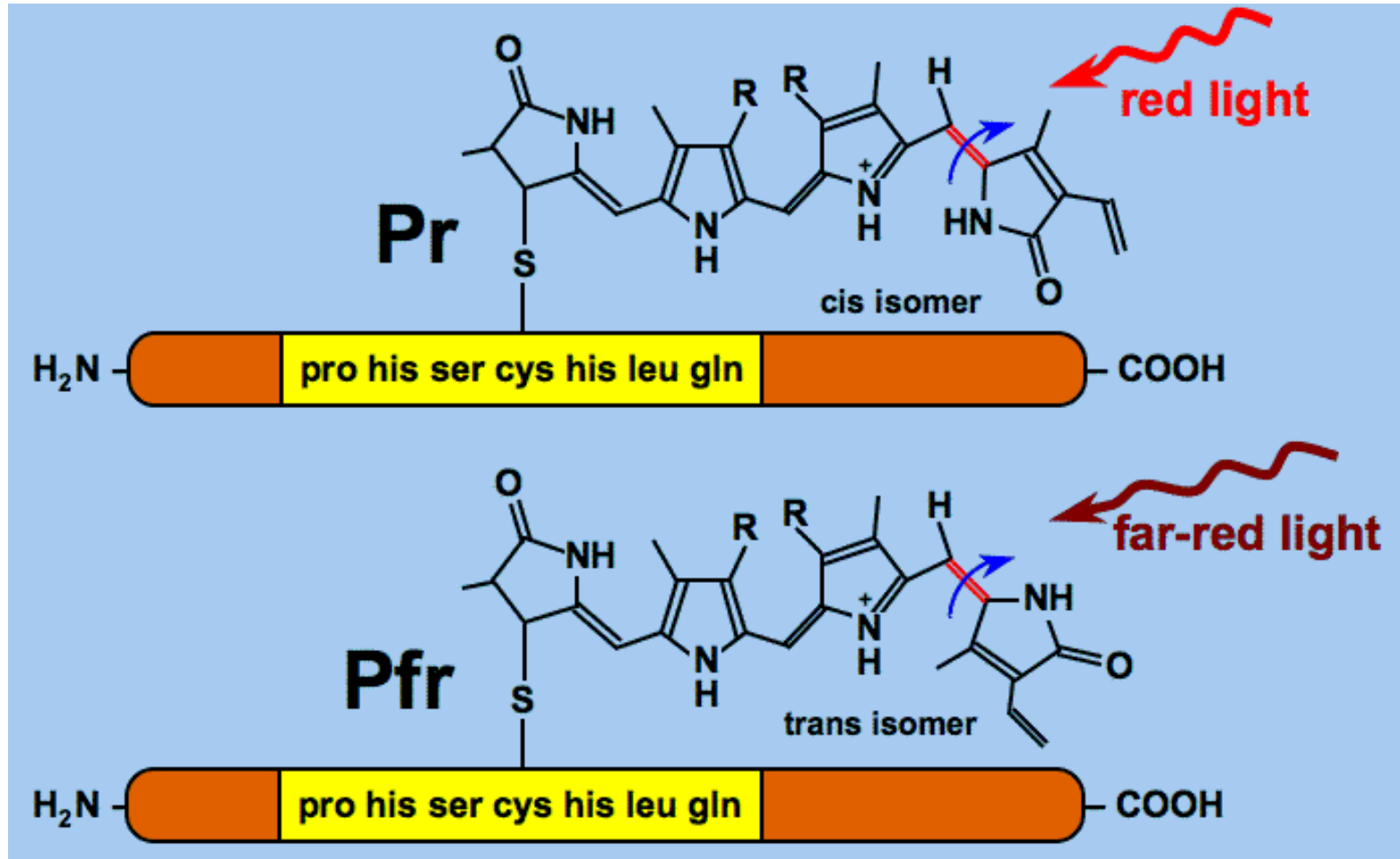
Algumas sementes só irão germinar se uma clareira se abrir e elas passarem a acumular Fve (ex. espécies pioneiras)



## 4- Fitocromo:



## 4- Fitocromo:

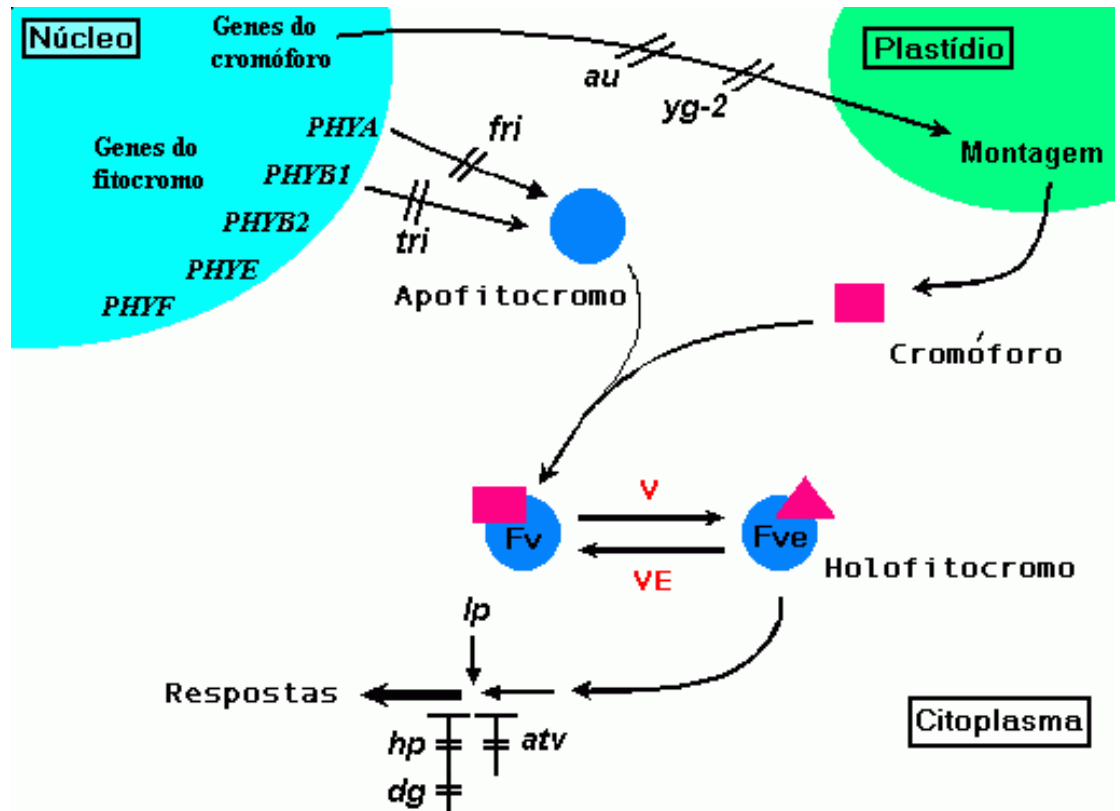


## 4- Fitocromo:

Existem vários tipos de apoproteínas:

*Arabidopsis*: PHYA, PHYB, PHYC, PHYD, PHYE

Tomateiro: PHYA, PHYB1, PHYB2, PHYE, PHYF



#### 4- Fitocromo:



A luz é importante para o acúmulo de muitos antioxidantes, tais como antocianinas. Por exemplo, a manga acumula mais antocianinas no lado que estava mais exposta ao Sol na mangueira.

Com excesso de luz ou com mutantes de alta resposta a luz, pode se acumular mais antocianina, mas reduz o crescimento. Por exemplo, variedades roxas de hortaliças tendem a ser menores.

# ciência

## Cruzamento gera tomate roxo que não é transgênico

Fruto produzido por equipe da USP tem mais substâncias antitumorais

Planta é o resultado de hibridização de três espécies e já pode ser tratada no campo por empresas brasileiras

matéria sobre o assunto

Um tomate roxo, com mais antioxidantes do que o tomate comum, já pode ser tratado no campo por empresas brasileiras. O fruto produzido por equipe da USP tem mais substâncias antitumorais.

Tomate roxo desenvolvido na Alemanha. Até hoje, somente variedades brancas e liliadas eram produzidas, com a ideia de modificar essa característica.

Agna, a pesquisadora Lílian Scudécaro Ferreira Peres, do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da USP, mostrou que também é possível desenvolver um fruto dessa cor que não seja geneticamente modificado.

"É um tomate comum, mas apresenta características de três variedades em uma só." Como resultado, o tomate é naturalmente rico em

licopeno, um antioxidante, apresenta maior concentração de amoníaco, outra substância que atua a desmolezar a crescimento de células de tumores.

Segundo ela, a variedade tem também o dobro de teor de vitamina C em relação aos tomates comuns.

Para obter o tomate roxo, o pesquisador e seu orientador do laboratório, Roberto Francisco Filho, cruzaram três espécies de tomate pertencentes a mutações que fazem com que o fruto, quando exposto à luz em condições naturais, produza antocianina.

"Já a terceira espécie tem um gene que a possibilita à luz, luzes, ou luz ultravioleta a produzir de pigmentos antocianina, que leva à cor vermelha do novo fruto."

"Apesar de as mutações serem recessivas na natureza, de ser cruzadas espécies de tomates brancos", diz Peres.

A variedade já pode ser plantada em campo por empresas de produção agrícola e, se houver opção comercial, chegar à mesa em cerca de três anos.

Para garantir o desenvolvimento agrícola, a equipe da USP usou um tomate híbrido. As plantas da primeira geração são heterocigotas, mas não as da segunda. O trabalho tem de cumprir a exigência original para obter o tomate roxo.

### EM ESTIVA

A combinação de três variedades levou à formação do fruto roxo



*Solanum peruvianum*

Tomate selvagem que só ocorre nos Andes da Colômbia. Tem o gene que leva o fruto roxo, mas apenas quando há exposição à luz. Em condições normais, seus frutos são amarelos.



*Solanum chilense*

Tomate selvagem comum do Chile. Os frutos naturalmente possuem pigmentação em "laranja".



*Solanum lycopersicon*

É o tomate comum, do qual foi retirado o gene que leva à produção natural de antocianina à luz.

Fonte: "Tomate Roxo Desenvolvido na Agricultura, a Equipe da USP usou um Tomate Híbrido. As plantas da primeira geração são heterocigotas, mas não as da segunda. O trabalho tem de cumprir a exigência original para obter o tomate roxo."



### EM CAMPO

O resultado, obtido a partir do cultivo *Micro-Tom*, ainda precisa ser tratado em campo, a que parte do fruto por empresas de produção agrícola.

Se a produção em larga escala se mostrar viável, o tomate poderá ser comercializado sem necessidade de aprovação governamental.

## Cor de variedades já provocou polêmicas

o assunto

Diferentemente do que ocorre com transgênicos, alimentos produzidos por meio da engenharia genética de mutações (como o tomate roxo brasileiro), não precisam de aprovação do Conselho Nacional de Controle de Alimentos da Agência Nacional de Saúde Suplementar, órgão regulador da área no Brasil.

Para o presidente da entidade, Edson Pinheiro, não há nada de novo nisso, pois já existem variedades de tomates com cores diferentes que são comuns.

"Para a produção de transgênicos há uma série de regras e legislação, mas acho que também deve haver algo para as mutações", diz.

Em paralelo, o trabalho de transgênicos é realizado pelo Instituto de Economia da Unicamp (Instituto de Economia da

Unicamp), José Maria da Silveira, acha que "a ideia de desenvolver um tomate roxo é válida e tem sentido", mas alerta para que seja importante haver regulamentação para garantir que produtos como esse sejam seguros.

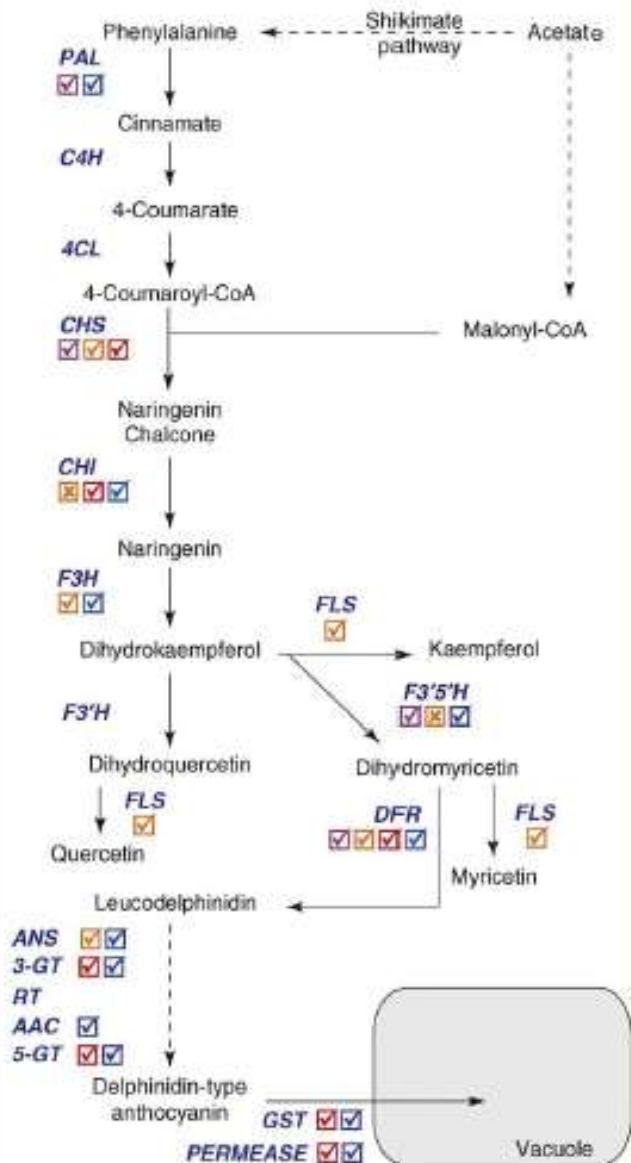
Para o diretor do instituto, em caso de transgênicos, há uma série de regras e legislação, mas acho que também deve haver algo para as mutações", diz.

Em 2003, José Maria da Silveira, acha que "a ideia de desenvolver um tomate roxo é válida e tem sentido", mas alerta para que seja importante haver regulamentação para garantir que produtos como esse sejam seguros.

Para o diretor do instituto, em caso de transgênicos, há uma série de regras e legislação, mas acho que também deve haver algo para as mutações", diz.

Em paralelo, o trabalho de transgênicos é realizado pelo Instituto de Economia da Unicamp (Instituto de Economia da

- (a) *Antirrhinum majus* DEL
- Zea mays* C1+LC
- Solanum lycopersicum* ANT1
- Antirrhinum majus* DEL+ROS1





## 5- Respostas fotomorfológicas

GERMINAÇÃO – resposta de CLARO/ESCURO

Sementes fotoblásticas positivas: sementes que só germinam na luz. Em geral são sementes pequenas que precisam fazer fotossíntese assim que germinam. Ex. alface.

Sementes fotoblásticas negativas: sementes que só germinam no escuro. Em geral são sementes grandes (com reservas). Ex. *Cucumis anguria* (maxixe)

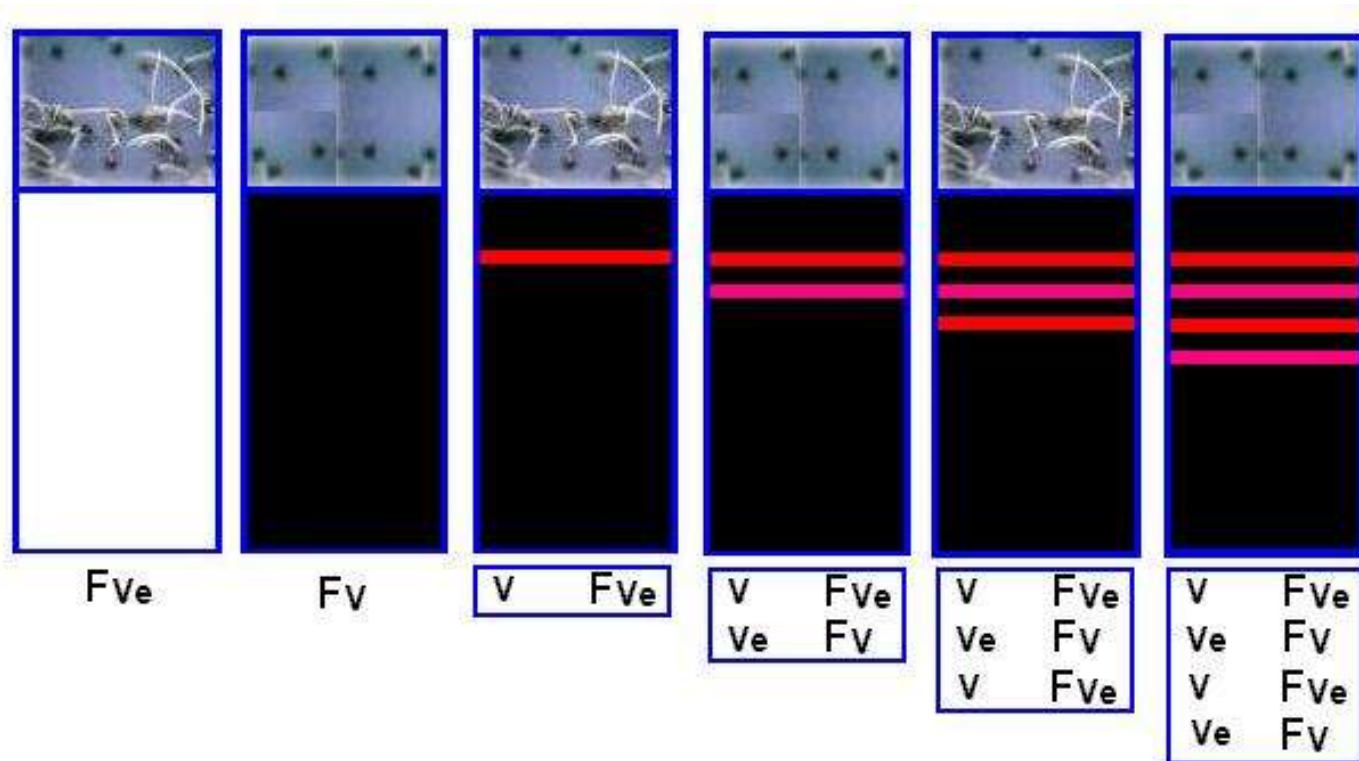
Sementes fotoblásticas neutras: sementes que germinam tanto no claro quanto no escuro. Ex. tomateiro

## 5- Respostas fotomorfológicas

A germinação ocorre quando o fitocromo está na forma ativa (Fve):

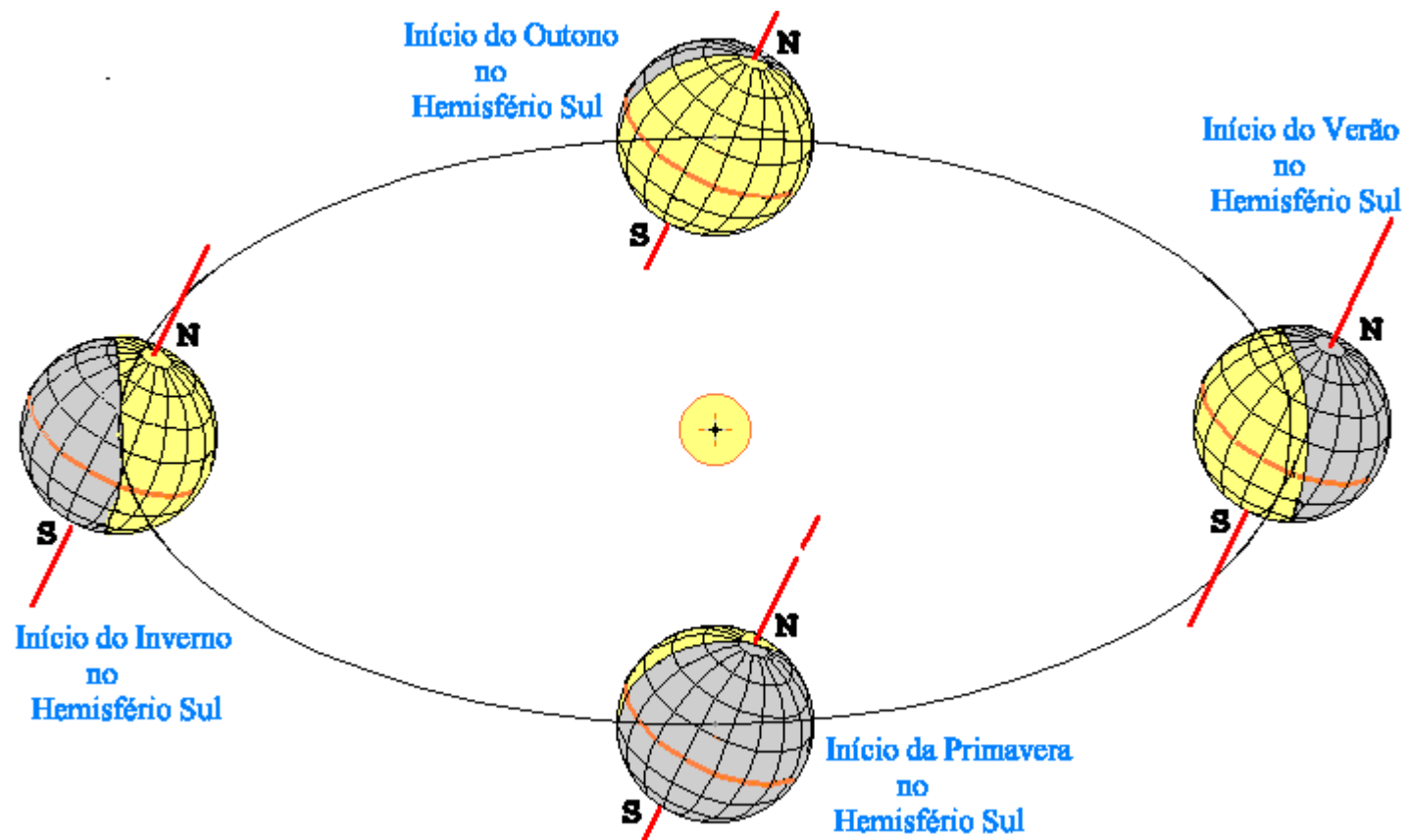
V e Ve = comprimentos de onda

Fv e Fve = formas de fitocromo



## 5- Respostas fotomorfológicas

FLORAÇÃO - resposta ao FOTOPERÍODO



## 5- Respostas fotomorfogenéticas

FLORAÇÃO - resposta de FOTOPERÍODO

O comprimento do dia varia ao longo do ano (menos na região do equador) e isso pode modular o florescimento de algumas plantas

Dia curto (DC): inverno    DL = verão

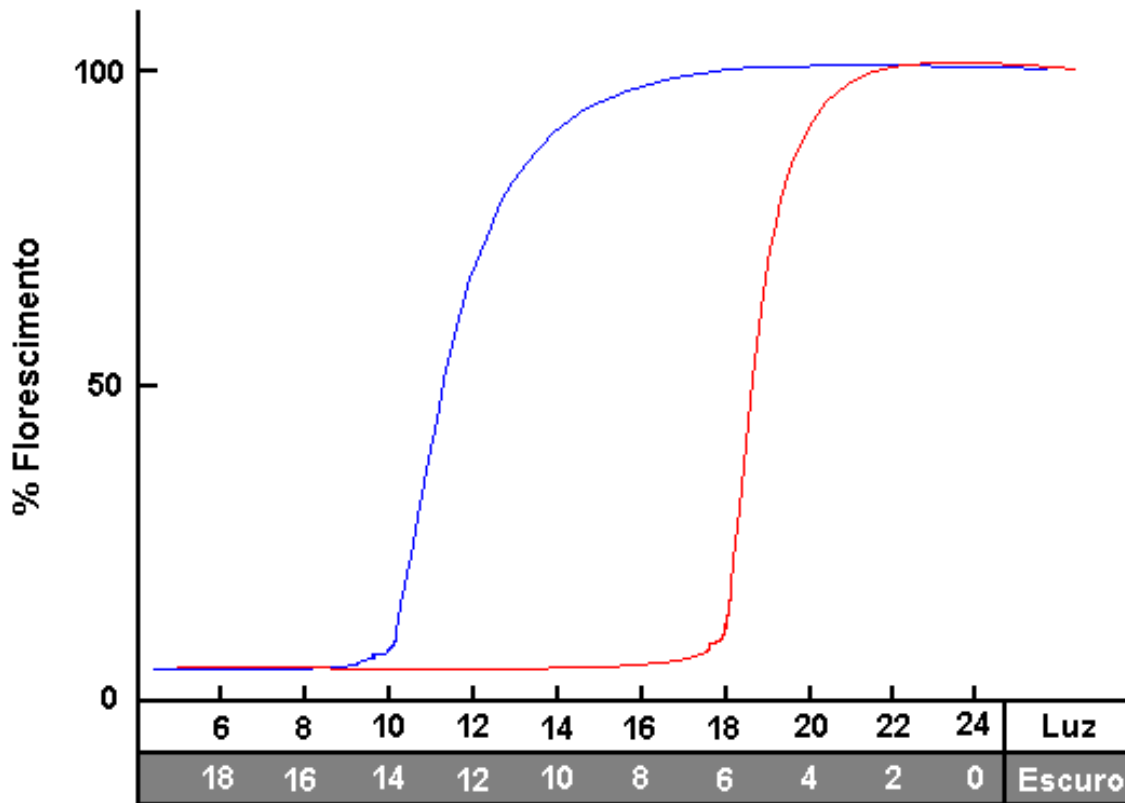
**PDL** – aquelas que só florescem se o comprimento do dia for **MAIOR** que o *fotoperíodo crítico*. Ex. plantas que crescem no inverno e florescem na primavera (cereais de clima temperado)

**PDC** = aquelas que só florescem se o comprimento do dia for **MENOR** que o *fotoperíodo crítico*. Ex. plantas que germinam na primavera, crescem no verão, são induzidas no outono e dispersam sementes que permanecem dormentes no inverno.

**PDN** = planta dia neutro. Ex. tomateiro.

*Fotoperíodo crítico*: mínimo de horas de luz necessária para o florescimento

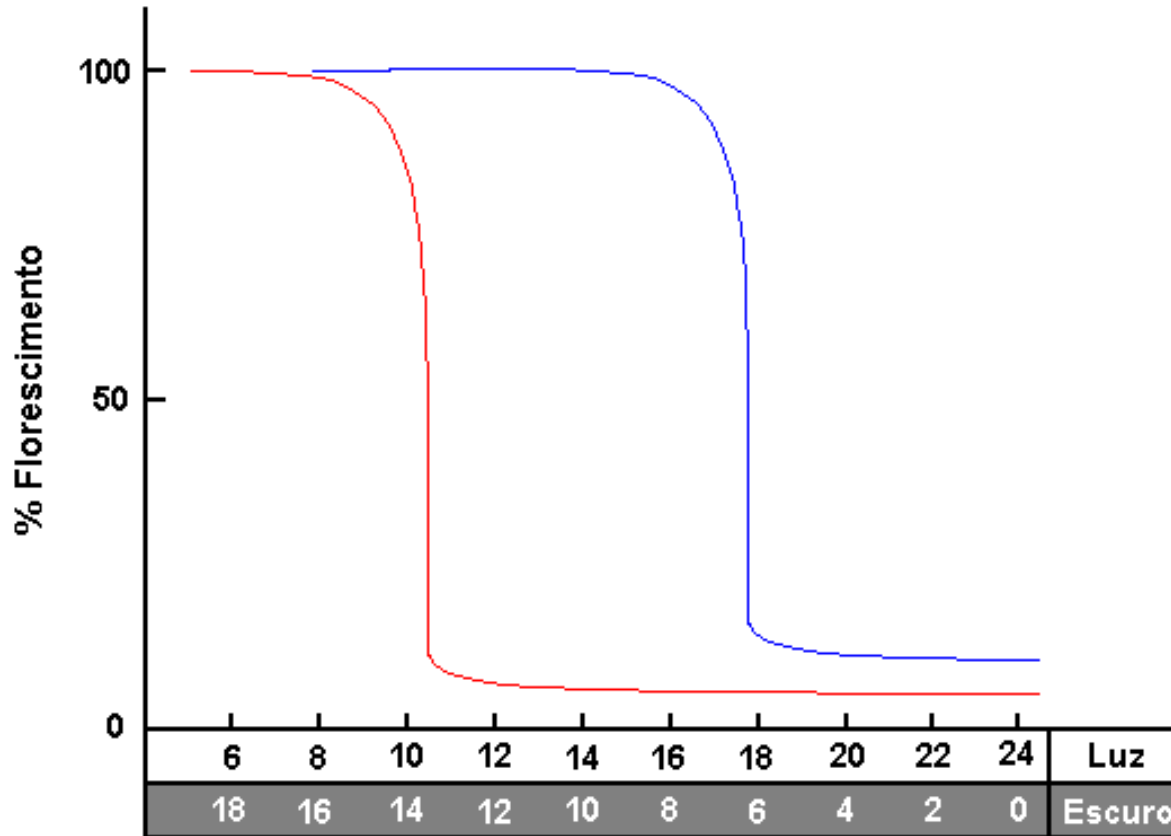
## 5- Respostas fotomorfológicas



PDL florescem em luz contínua

Trigo (*Triticum aestivum*) de inverno, Brassicas (e.g. *Arabidopsis*, repolho)

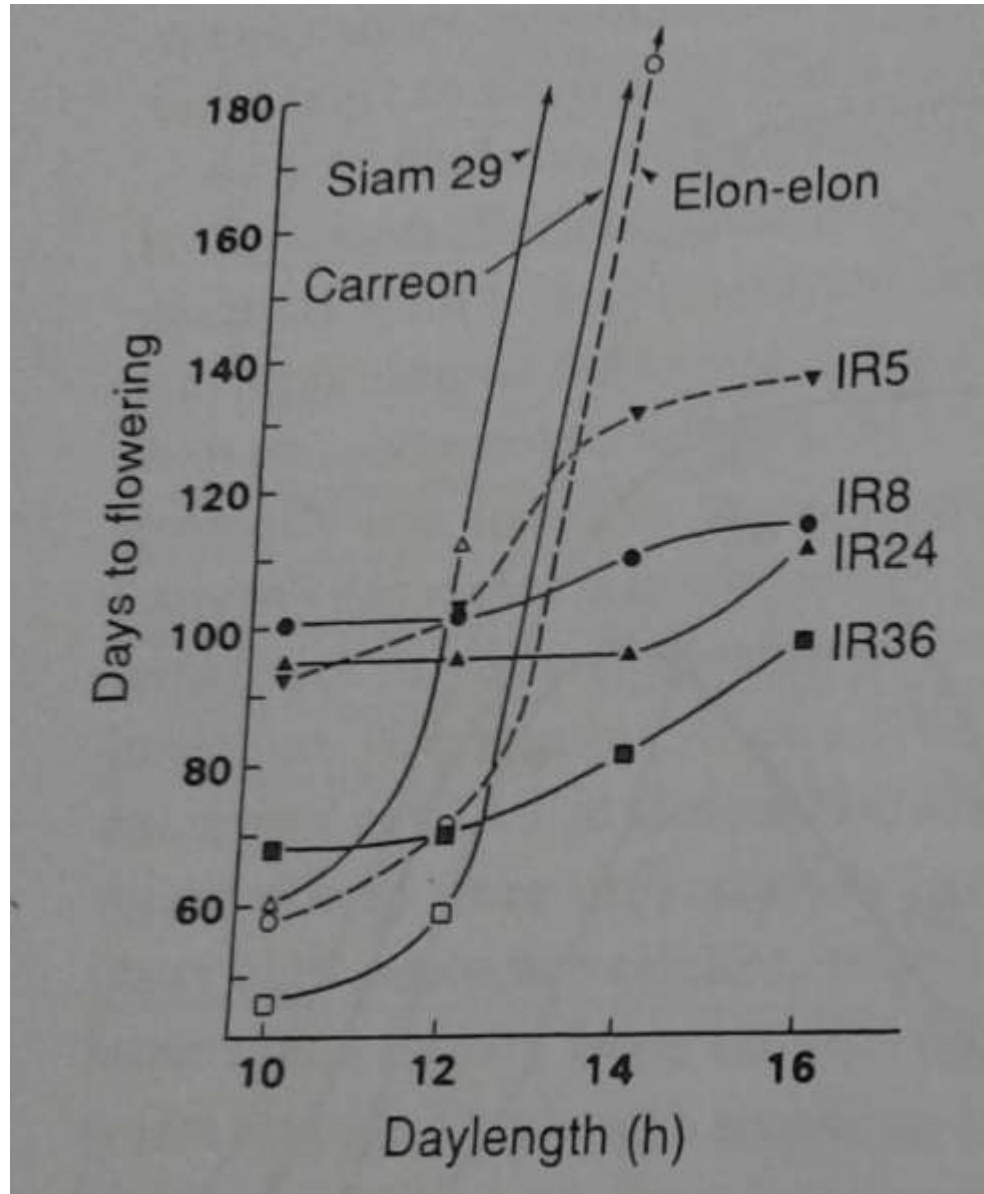
## 5- Respostas fotomorfológicas



Algumas PDC podem florescer com dias maiores que 12 h

*Kalanchoe blossfeldiana*, *Euphorbia pulcherrima*, *Chrysanthemum morifolium*, Arroz (*Oryza sativa*), soja (*Glycine max*).

Diminuição da resposta fotoperiódica em cultivares modernas de arroz (ex. IR8)



## 5- Respostas fotomorfológicas



Couve (*Brassica oleracea* var *acephala*)

PDL que, por não florescer em baixas latitudes, apresenta um crescimento vegetativo vigoroso na maior parte do Brasil (Ex. MG e GO)

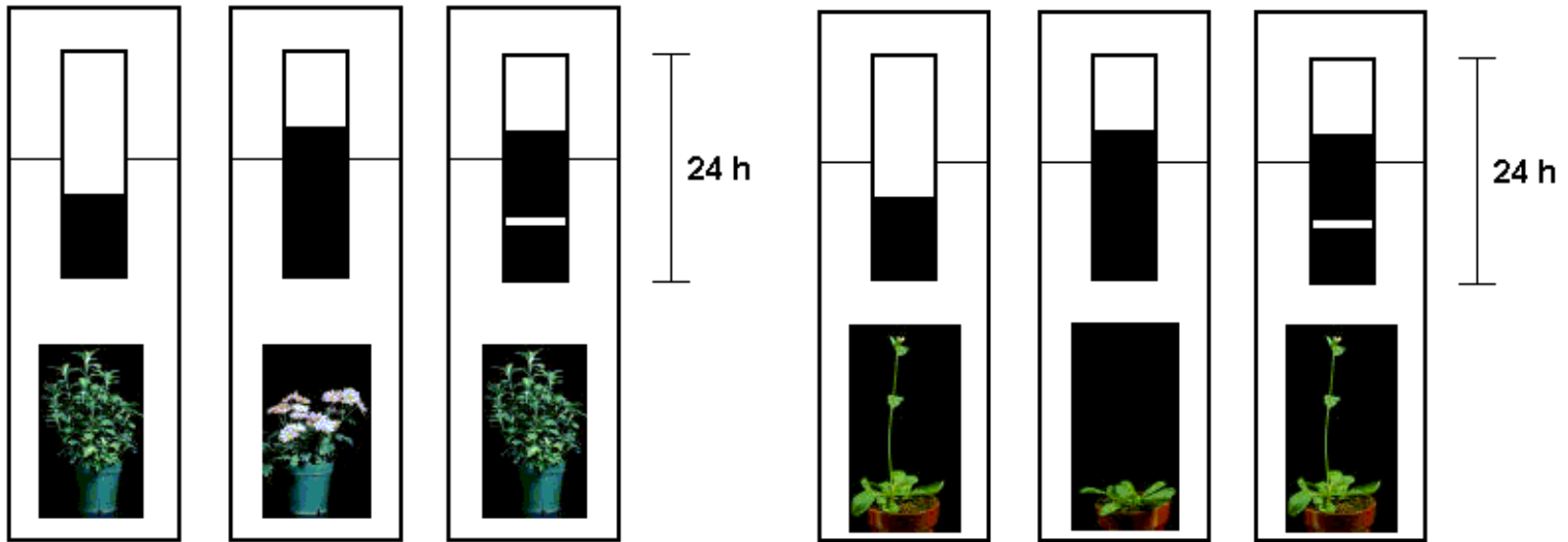


## 5- Respostas fotomorfológicas



## 5- Respostas fotomorfológicas

As plantas “medem” o comprimento da NOITE e não do DIA.



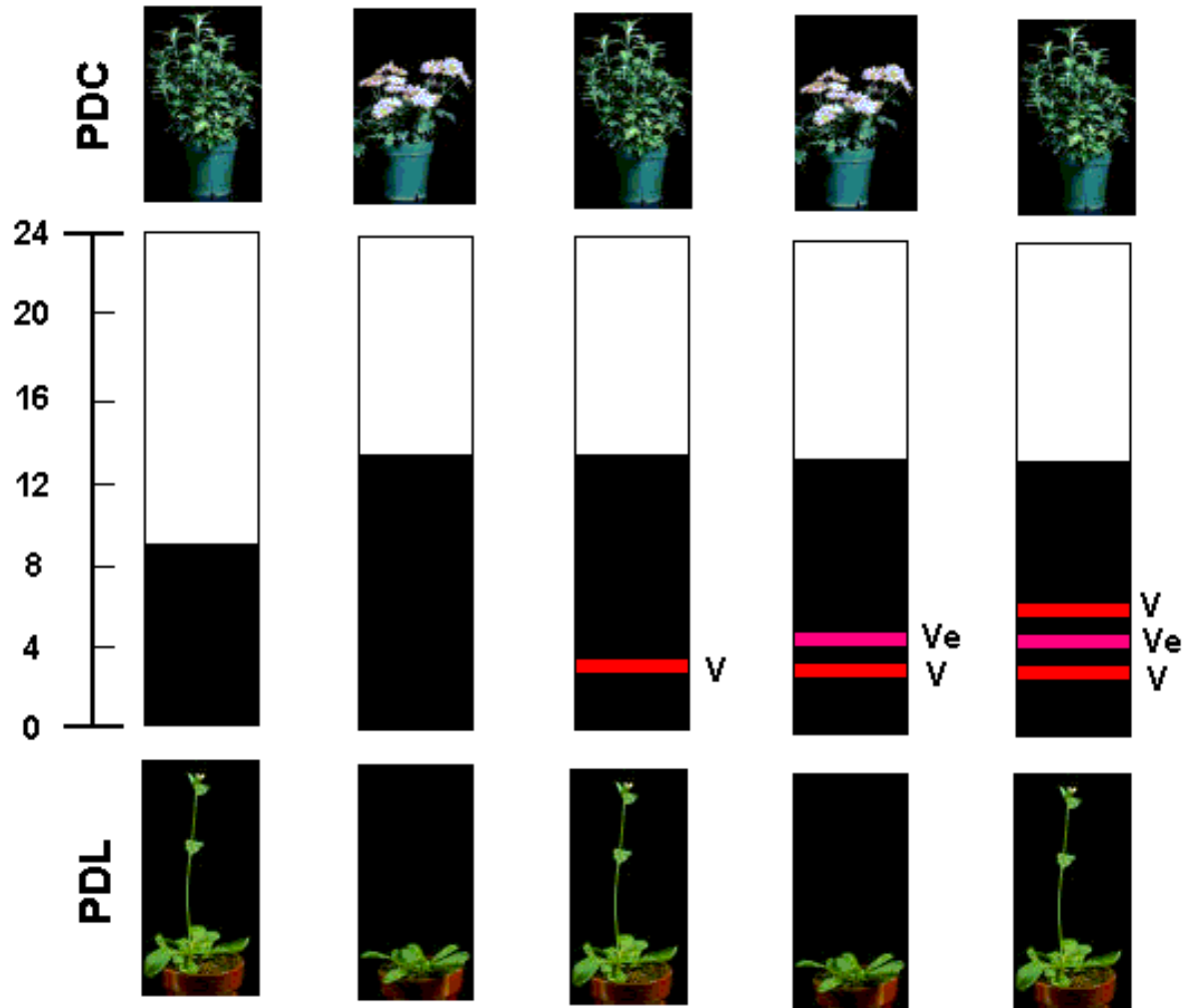
A interrupção de uma noite longa inibe o florescimento de PDC e provoca florescimento de PDL, logo:

PDC = planta de noite longa

PDL = planta de noite curta

## 5- Respostas fotomorfológicas

A floração também é mediada por fitocromo:



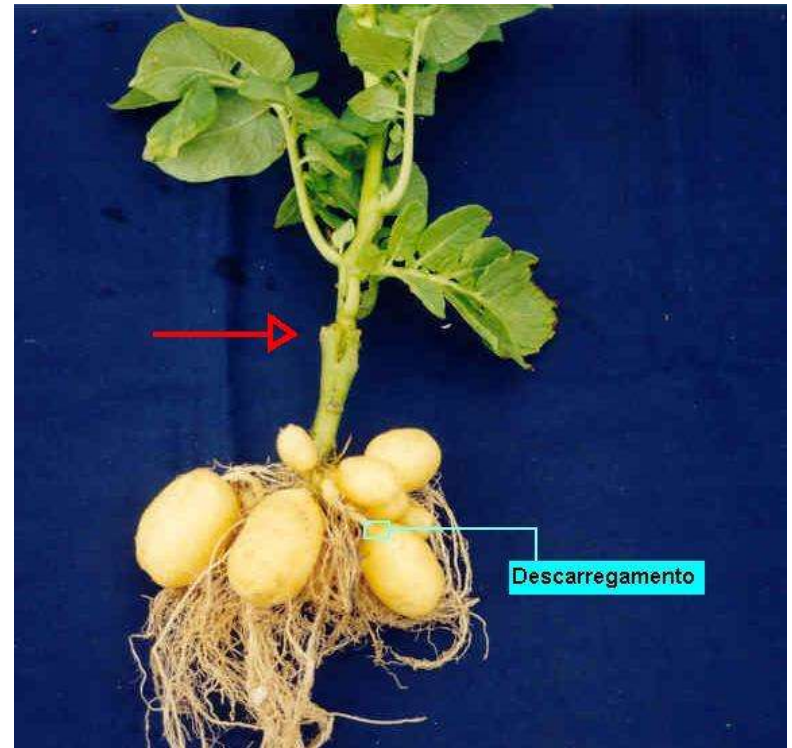
## 5- Respostas fotomorfológicas

### TUBERIZAÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum*), como várias outras espécies que acumulam reservas no inverno, responde a fotoperíodo. A tuberação é induzida por dia curto.

A batata, originária dos Andes, próximo do equador, possui fotoperíodo crítico igual a 13 h.

Cultivares desenvolvidos na Europa mudaram o fotoperíodo crítico para 15 h.



## 6- Implicações agronômicas

-Melhoramento da batata (PDC) envolveu a mudança do fotoperíodo crítico de 13 para 15-16 h, para que pudesse tuberizar na primavera-verão da Irlanda, etc.

-Melhoramento da soja (PDC) envolveu perda de resposta fotoperiódica para que pudesse ser plantada mais próxima do equador no Centro Oeste brasileiro

-Flores com resposta fotoperiódica podem ser sincronizadas para florescer em datas específicas (dia das mães, dia dos namorados, finados, etc)

-Plantio direto desfavorece a germinação de muitas ervas daninhas, as quais tendem a ser fotoblásticas positivas