



AUXINAS

Katia Christina Zuffellato-Ribas

AUXINAS = AUXIEN = CRESCER, AUMENTAR

PRIMEIRO HORMÔNIO VEGETAL

FINAL DO SÉCULO XIX – Charles Darwin

1881 – *The Power of Movement in Plants*

1926 – Fritz Went

HORMÔNIOS VEGETAIS

GRUPO DE SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS, DE OCORRÊNCIA NATURAL, QUE ATUAM EM PROCESSOS FISIOLÓGICOS, EM BAIXAS CONCENTRAÇÕES.

HORMÔNIOS VEGETAIS

ATUAM EM PROCESSOS FISIOLÓGICOS COMO:

CRESCIMENTO

DIFERENCIAÇÃO

DESENVOLVIMENTO

MOVIMENTOS...

HORMÔNIO VEGETAL: COMPOSTO ORGÂNICO, ENDÓGENO, BAIXAS CONCENTRAÇÕES, PROMOVE, INIBE OU MODIFICA PROCESSOS MORFOLÓGICOS E FISIOLÓGICOS DO VEGETAL.

REGULADOR VEGETAL: SUBSTÂNCIA SINTETIZADA, APLICADA EXÓGENAMENTE, AÇÃO SIMILAR AOS GRUPOS HORMONAIIS.

RETARDANTE VEGETAL: COMPOSTO SINTÉTICO, RETARDA A LONGAMENTO E DIVISÃO CELULAR.

ESTIMULANTE VEGETAL: MISTURA DE REGULADORES, OU DE UM OU MAIS UM REGULADORES COM OUTROS COMPOSTOS (AMINOÁCIDOS, NUTRIENTES, VITAMINAS...)

CASTRO & VIEIRA (2001)

Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical

HORMÔNIO VEGETAL = FITORMÔNIO

KERBAUY (2004)

Fisiologia Vegetal

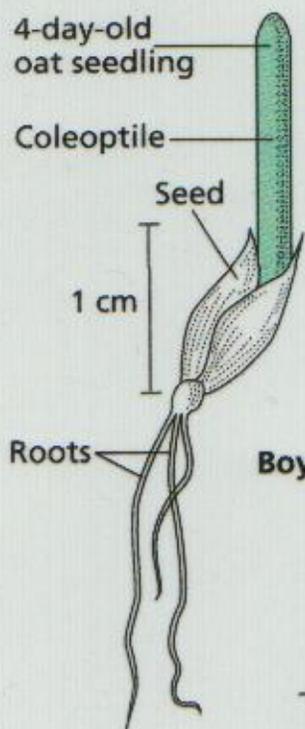
FINAL DO SÉCULO XIX – Charles Darwin

1881 – *The Power of Movement in Plants*

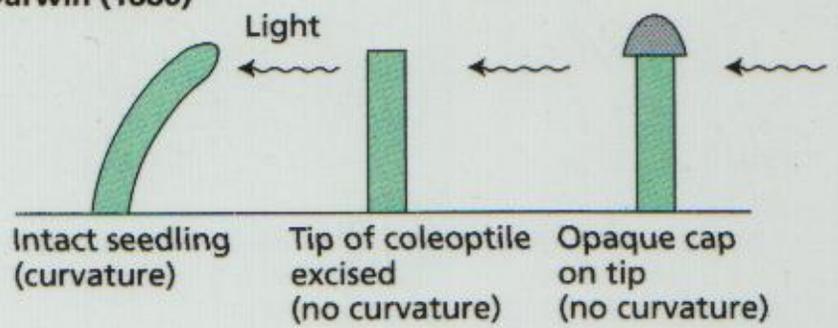
COLEÓPTILOS DE ALPISTE

1926 – Fritz Went

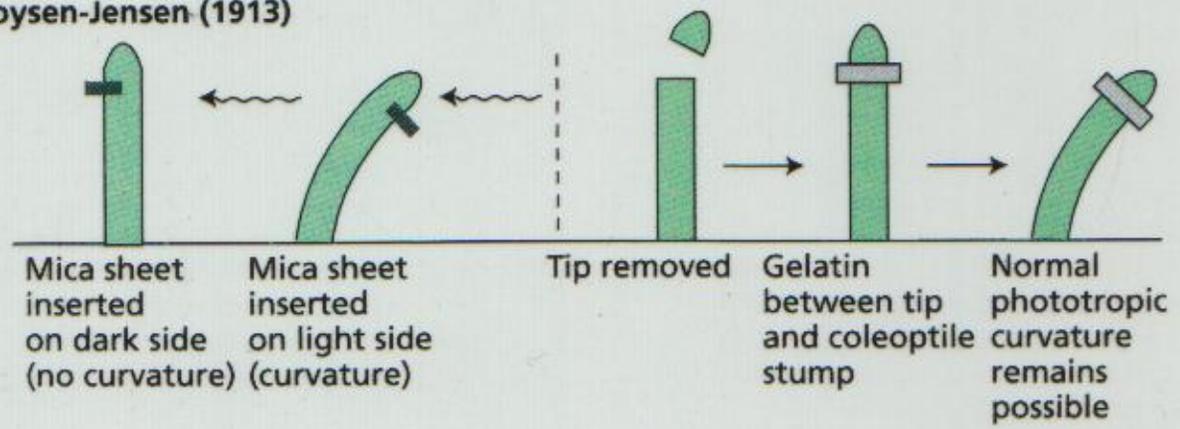
COLEÓPTILOS DE AVEIA



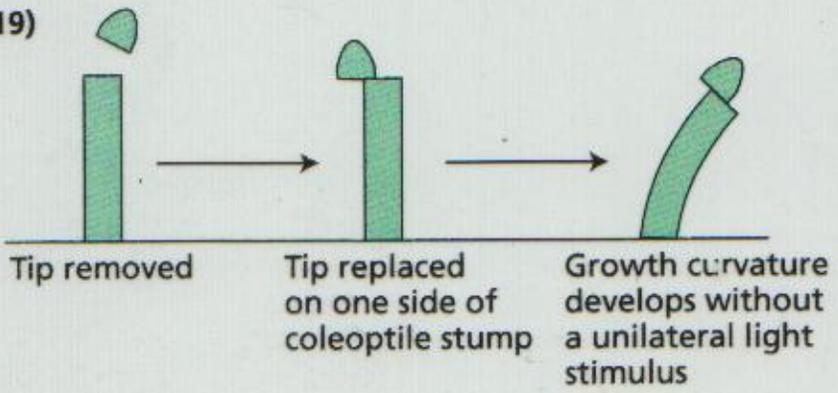
Darwin (1880)



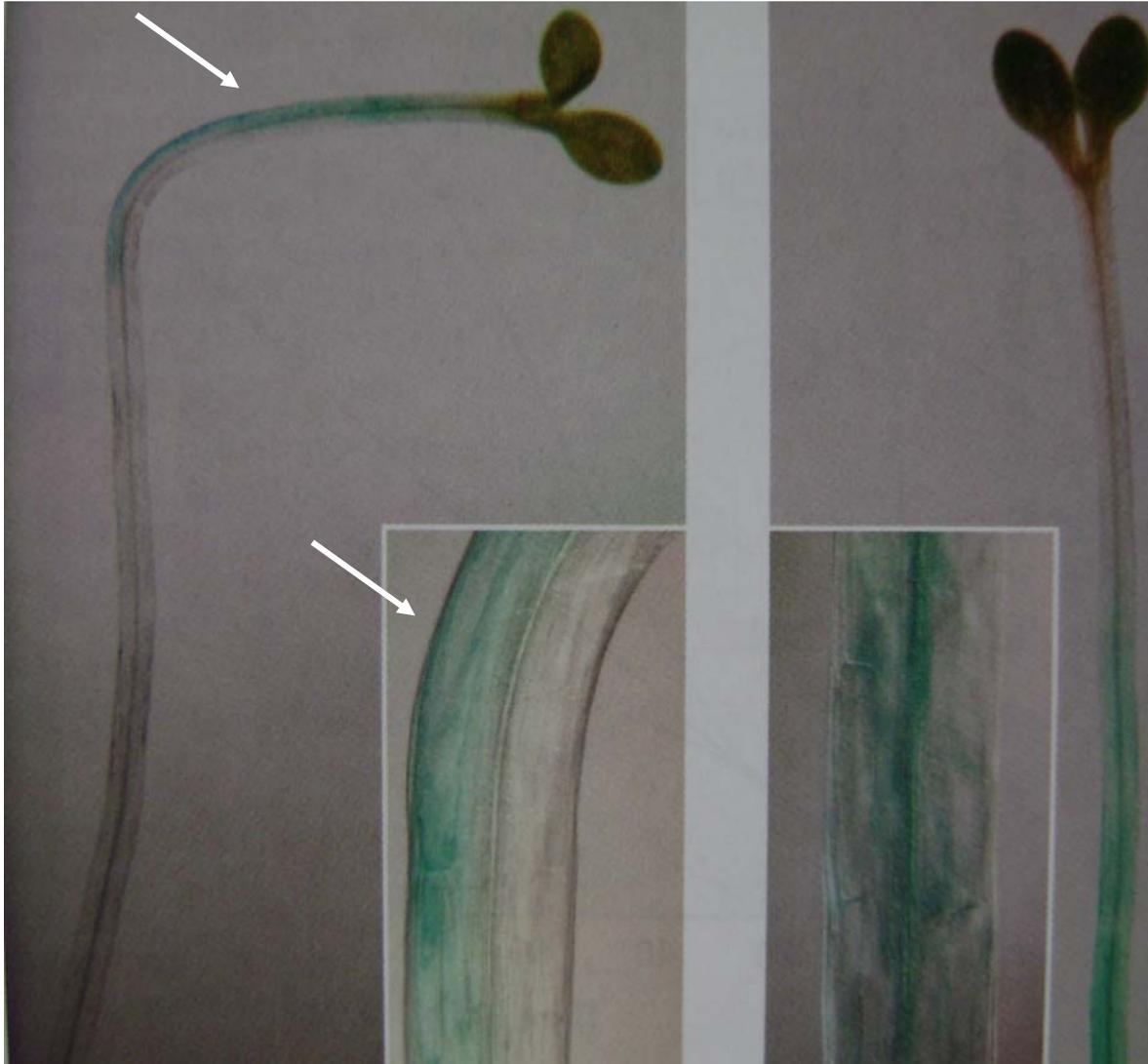
Boysen-Jensen (1913)



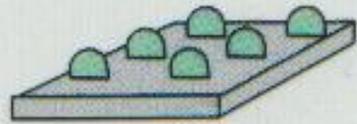
Paál (1919)



REDISTRIBUIÇÃO LATERAL DE AUXINA DURANTE FOTOTROPISMO EM HIPOCÓTILO DE *Arabidopsis*



Went (1926)



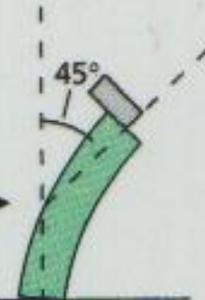
Coleoptile tips on gelatin



Tips discarded; gelatin cut up into smaller blocks



Each gelatin block placed on one side of coleoptile stump



Coleoptile bends in total darkness; angle of curvature can be measured

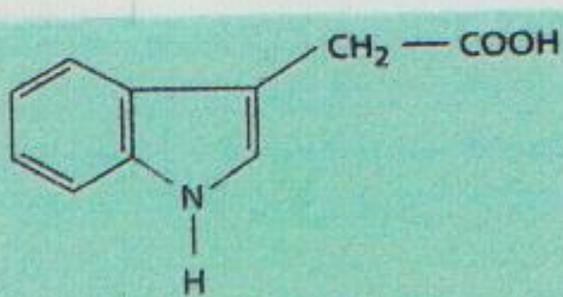
AUXINAS NATURAIS

ÁCIDO INDOL-3-ACÉTICO (IAA)

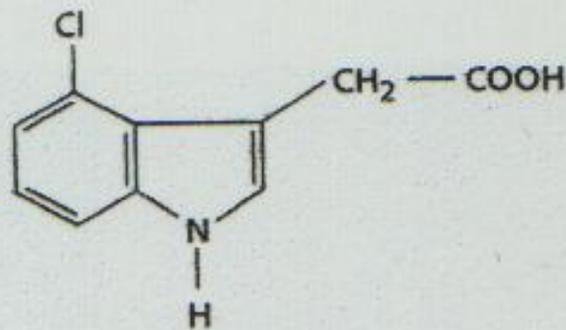
ÁCIDO 4-CLORO-INDOL-3-ACÉTICO (4-CI-IAA)

ÁCIDO INDOL-3-BUTÍRICO (IBA)

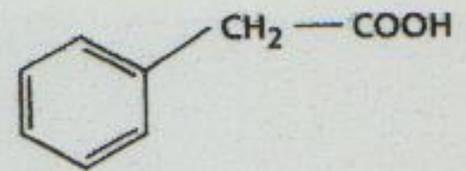
AUXINAS NATURAIS



ÁCIDO INDOL ACÉTICO
(IAA)

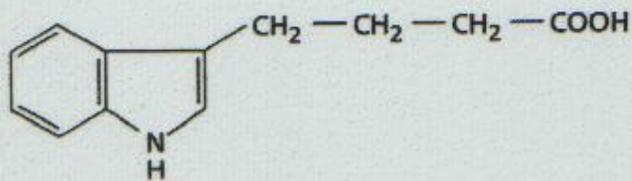


ÁCIDO 4-CLORO INDOL ACÉTICO
(4-Cl-AA)

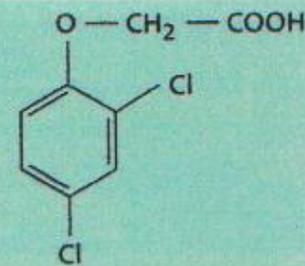


ÁCIDO FENIL ACÉTICO
(PAA)

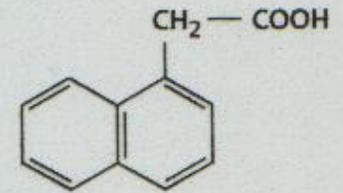
AUXINAS SINTÉTICAS



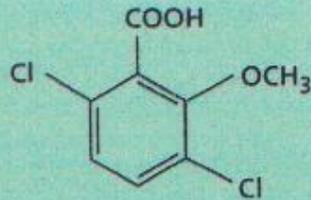
Indole-3-butyric acid (IBA)



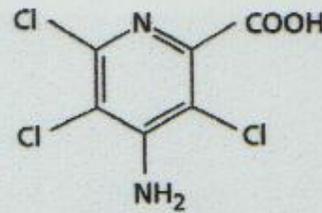
2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D)



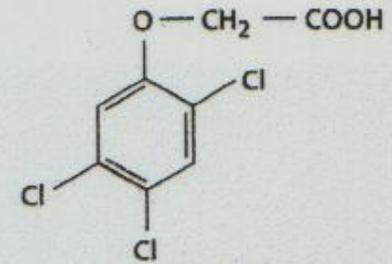
α-Naphthalene acetic acid (α-NAA)



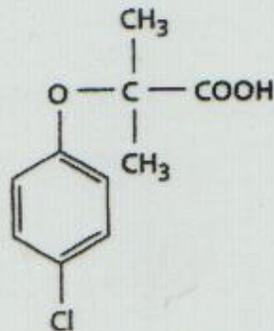
2-Methoxy-3,6-dichlorobenzoic acid (dicamba)



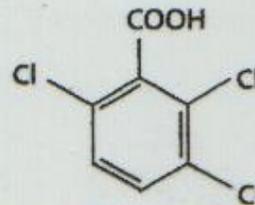
4-Amino-3,5,6-trichloropicolinic acid (tordon or picloram)



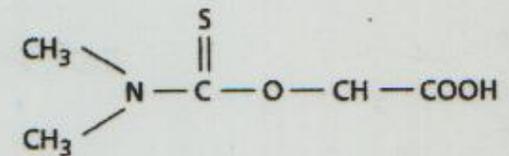
2,4,5-Trichlorophenoxyacetic acid (2,4,5-T)



α-(p-Chlorophenoxy)isobutyric acid (PCIB, an antiauxin)



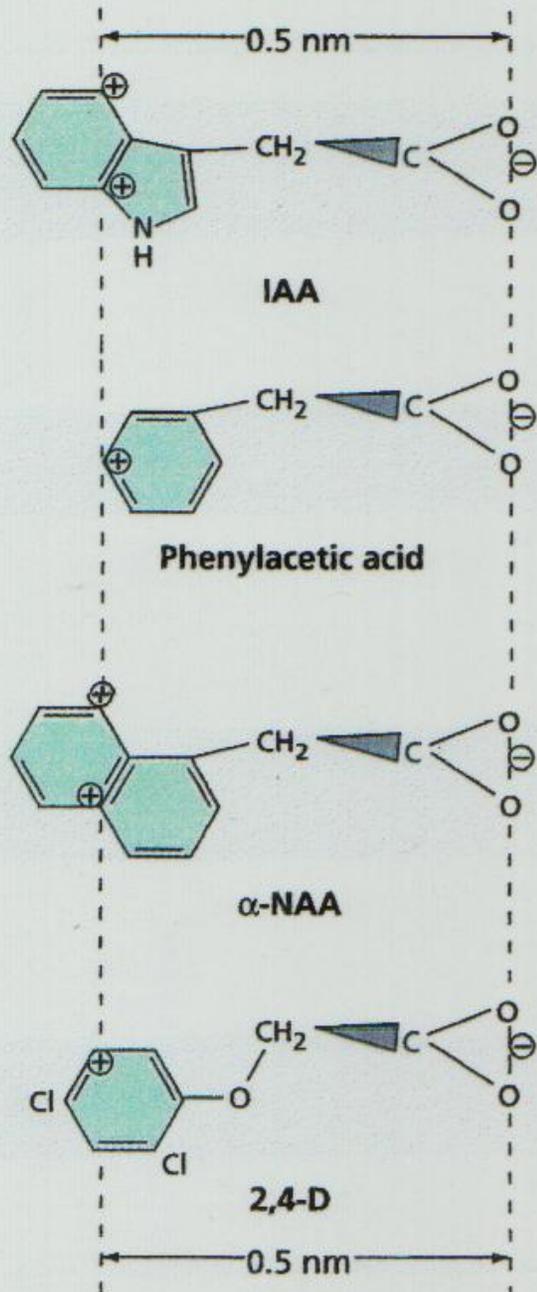
2,3,6-Trichlorobenzoic acid



N,N-Dimethylethylthiocarbamate

PARA UM COMPOSTO TER ATIVIDADE AUXÍNICA:

- TER PELO MENOS UM ANEL CÍCLICO INSATURADO
- APRESENTAR UMA CADEIA LATERAL ÁCIDA (COOH)
- SEPARAÇÃO ENTRE RADICAL CARBOXÍLICO E ANEL CÍCLICO (0,5 nm)
- DISPOSIÇÃO ESPACIAL ENTRE ANEL E RADICAL CARBOXÍLICO (cis, orto livre)

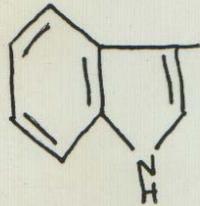


OUTRAS CARACTERÍSTICAS DAS AUXINAS:

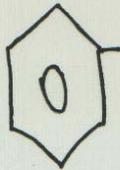
> COM RELAÇÃO À NATUREZA DO ANEL CÍCLICO:

ANEL TEM QUE SER INSATURADO

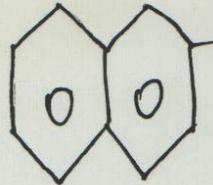
A NATUREZA DO ANEL NÃO É IMPORTANTE



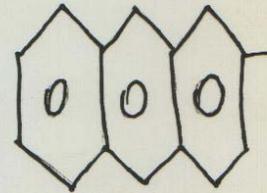
INDOL



BENZENO



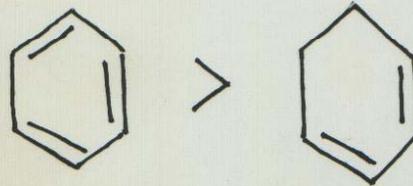
NAFTALENO



ANTRACENO

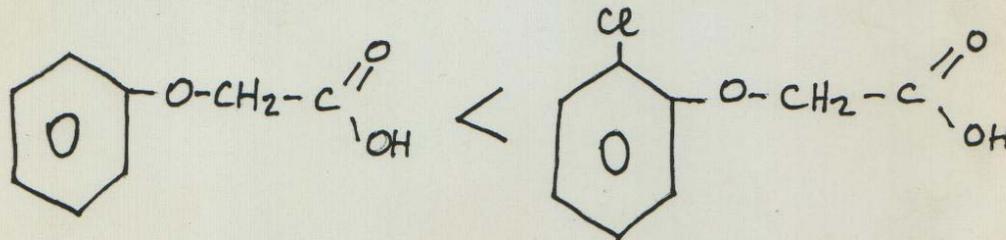
> COM RELAÇÃO À INSATURAÇÃO:

DIMINUINDO A INSATURAÇÃO, DIMINUI A ATIVIDADE



> COM RELAÇÃO AO GRAU DE SUBSTITUIÇÃO DO ANEL:

SUBSTITUIÇÃO POR HALOGÊNIOS (Cl > I > Br > F) AUMENTA A ATIVIDADE

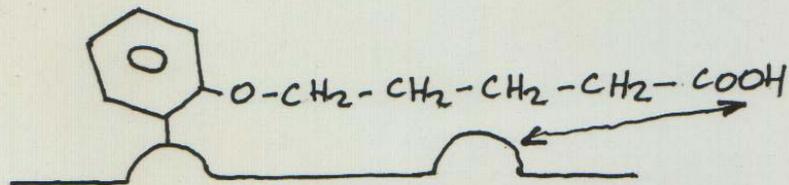
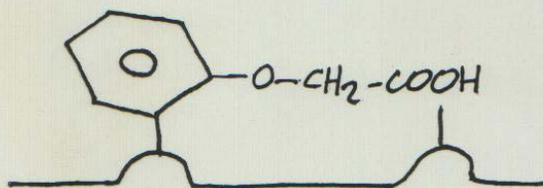


Ác. NAFTOXIACÉTICO

Ác. 2-CLORO NAFTOXIACÉTICO

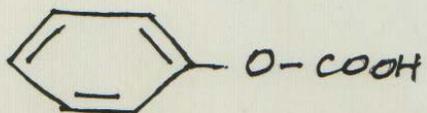
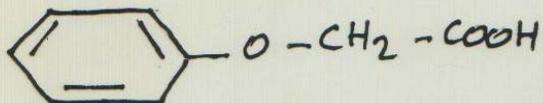
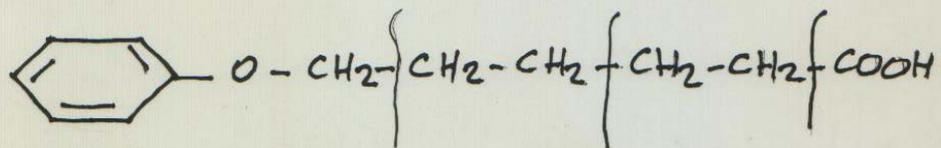
> COM RELAÇÃO À CADEIA LATERAL ÁCIDA:

AUMENTANDO O NÚMERO DE C DA CLA, DIMUNUI A ATIVIDADE

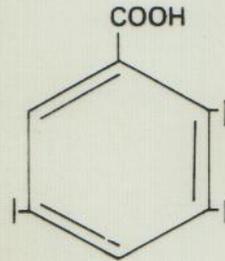


CLA PAR: ATIVIDADE AUXÍNICA

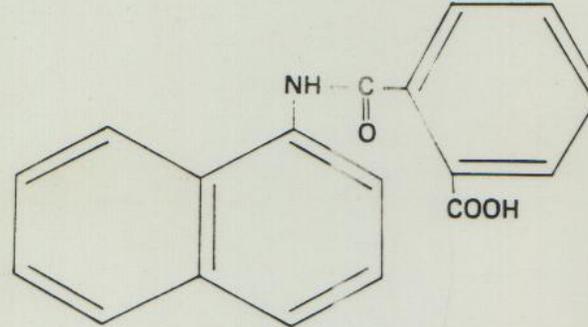
CLA ÍMPAR: NÃO TEM ATIVIDADE AUXÍNICA



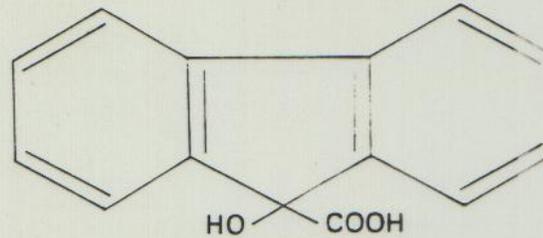
EXEMPLOS DE ALGUMAS ANTI-AUXINAS



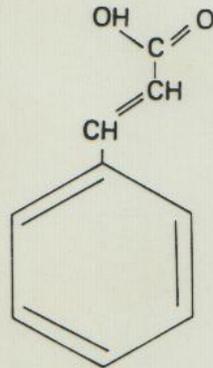
Ac. 2,3,5-triiodo-
benzóico
(TIBA)



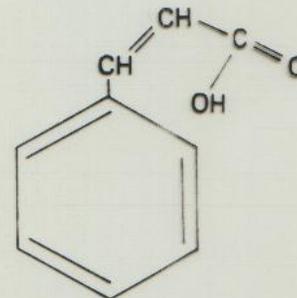
Ac. N-naftaleno-ftalâmico (NPA)



Ac. 9-fluorenolcarboxílico (morfactina)

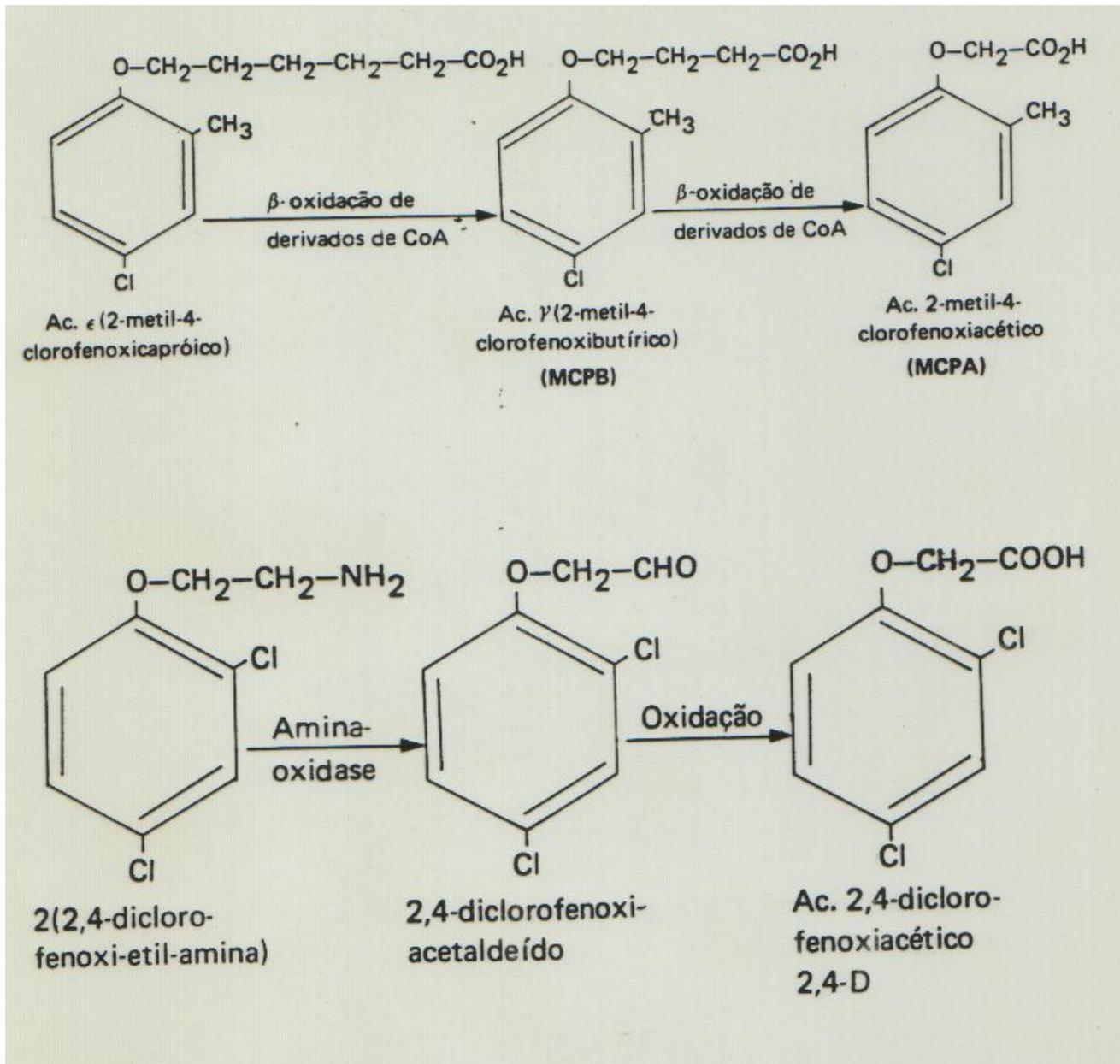


Ac. trans cinâmico
(anti-auxina)



Ac. cis-cinâmico
(auxina)

EXEMPLOS DE “SÍNTESE LETAL” (AÇÃO SELETIVA DE HERBICIDAS)



LOCAIS DE SÍNTESE DE AUXINAS

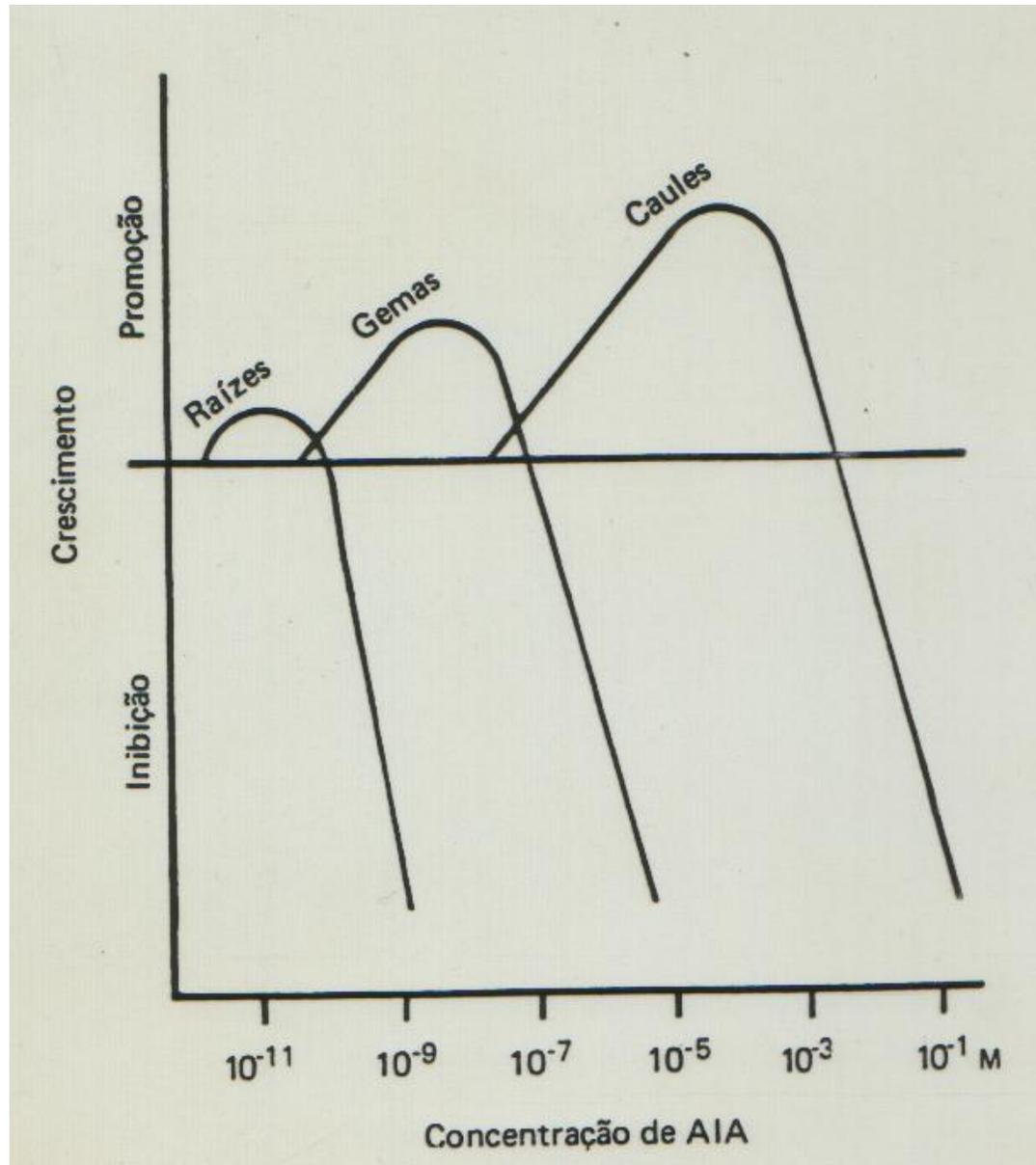
- REGIÕES MERISTEMÁTICAS
- ÁPICES CAULINARES
- ÁPICES RADICULARES
- FOLHAS JOVENS
- FLORES
- FRUTOS

MERISTEMA APICAL



Bougainvillea sp.

SENSIBILIDADE DE DIFERENTES ÓRGÃOS A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE AUXINAS



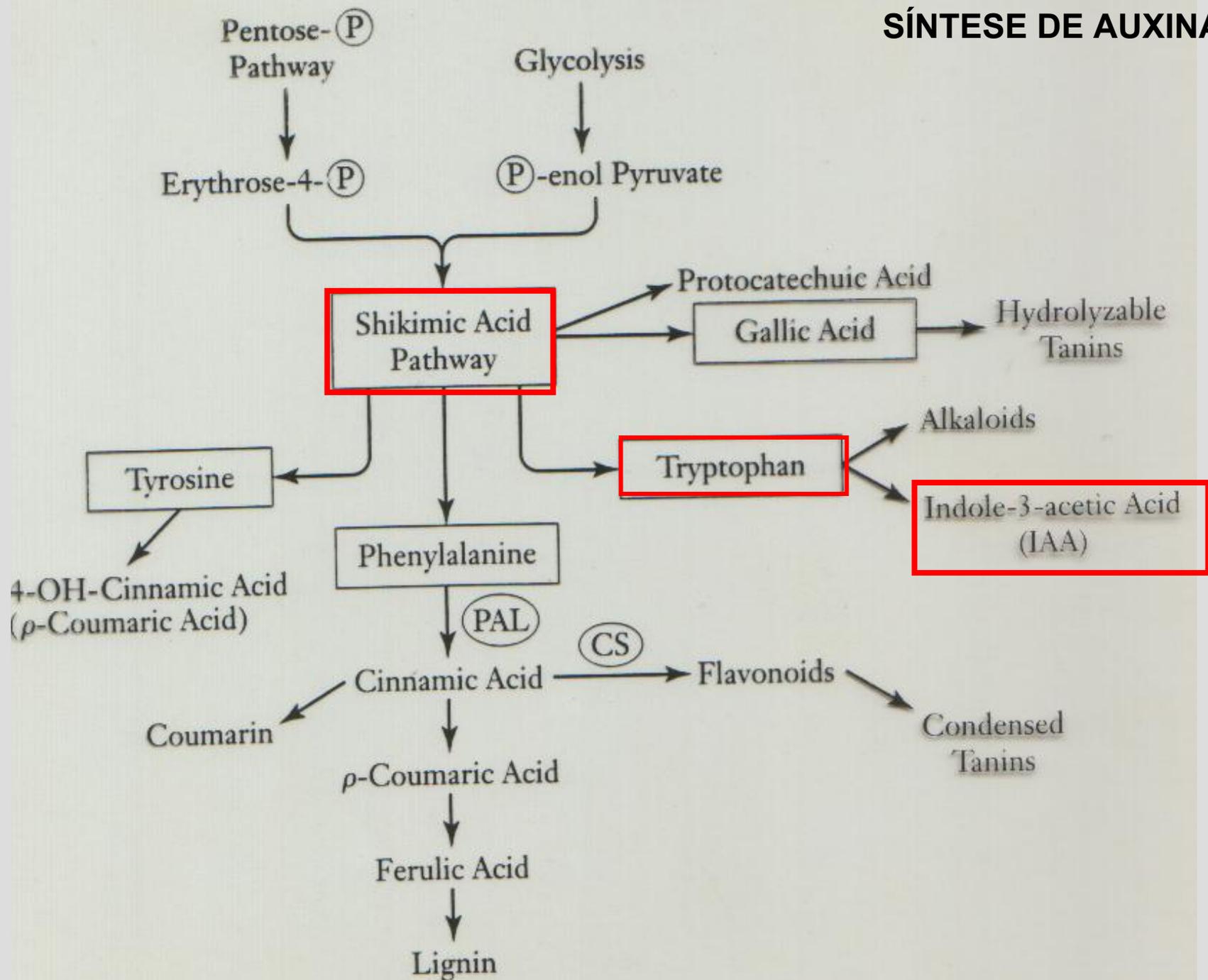
IPÊ BRANCO



IPÊ AMARELO



SÍNTESE DE AUXINAS

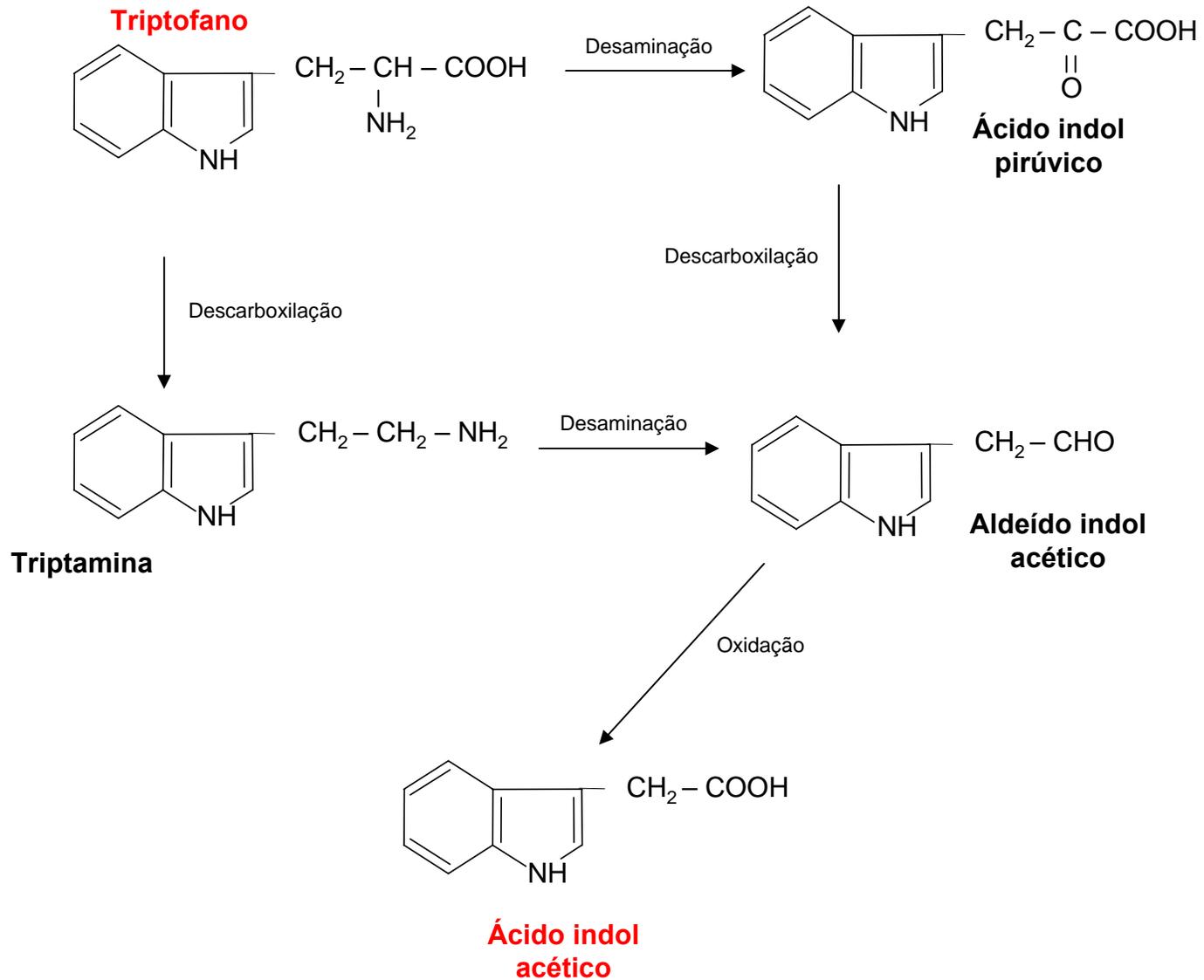


SÍNTESE DE AUXINAS

1- Vias dependentes de triptofano

2- Vias não dependentes de triptofano

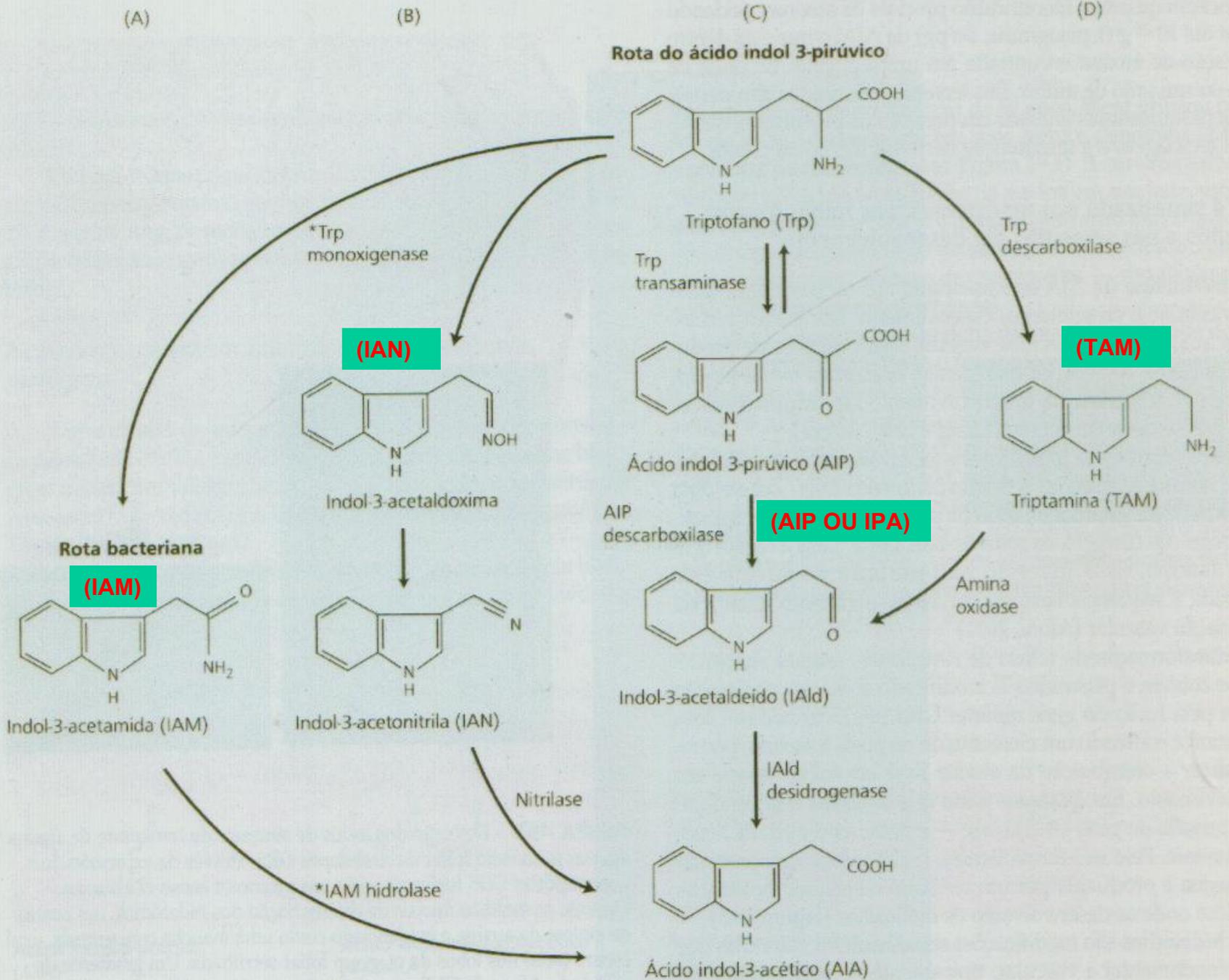
SÍNTESE DE AUXINAS



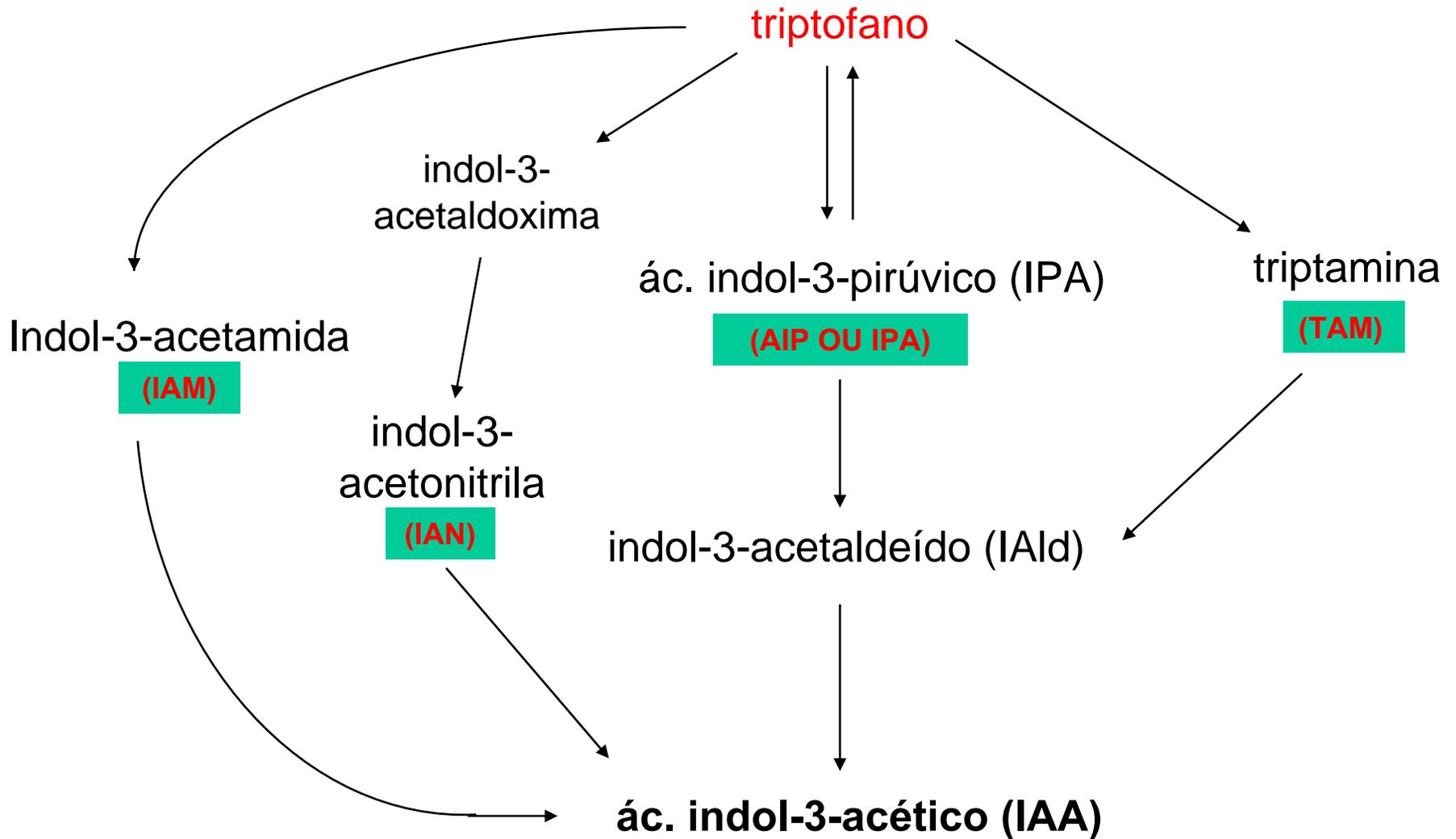
1- VIAS DEPENDENTES DE TRIPTOFANO

- Rota do ácido indol-3-pirúvico (IPA)
- Rota da triptamina (TAM)
- Rota do indol-3-acetonitrila (IAN)
- Rota do indol-3-acetamida (IAM) (bactéria)

SÍNTESE DE AUXINAS



VIAS DEPENDENTES DE TRIPTOFANO



2- VIAS NÃO DEPENDENTES DE TRIPTOFANO

- Rota do indol
- Rota do indol-3-glicerol fosfato

ROTA BIOSSINTÉTICA DO TRIPTOFANO

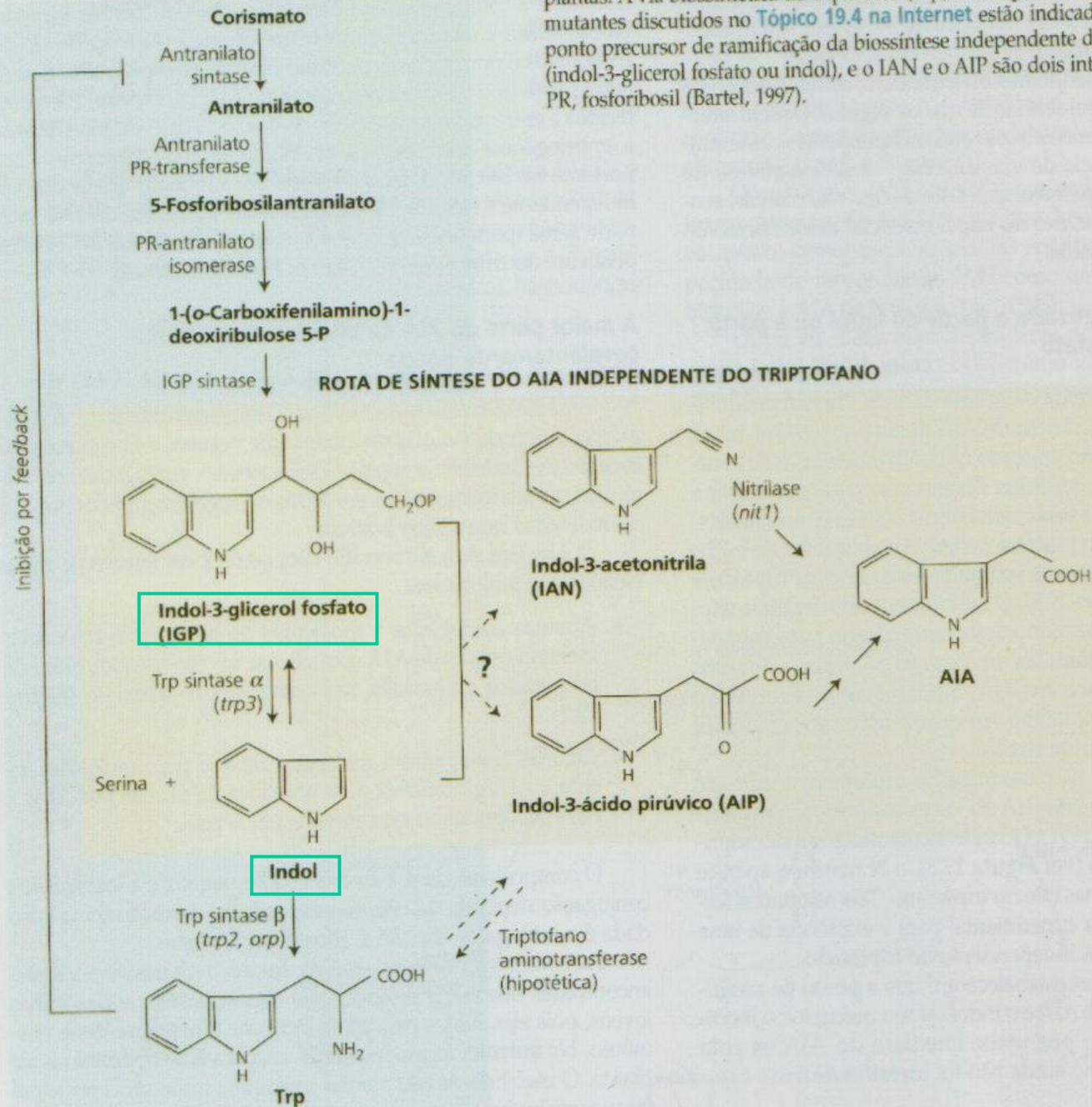
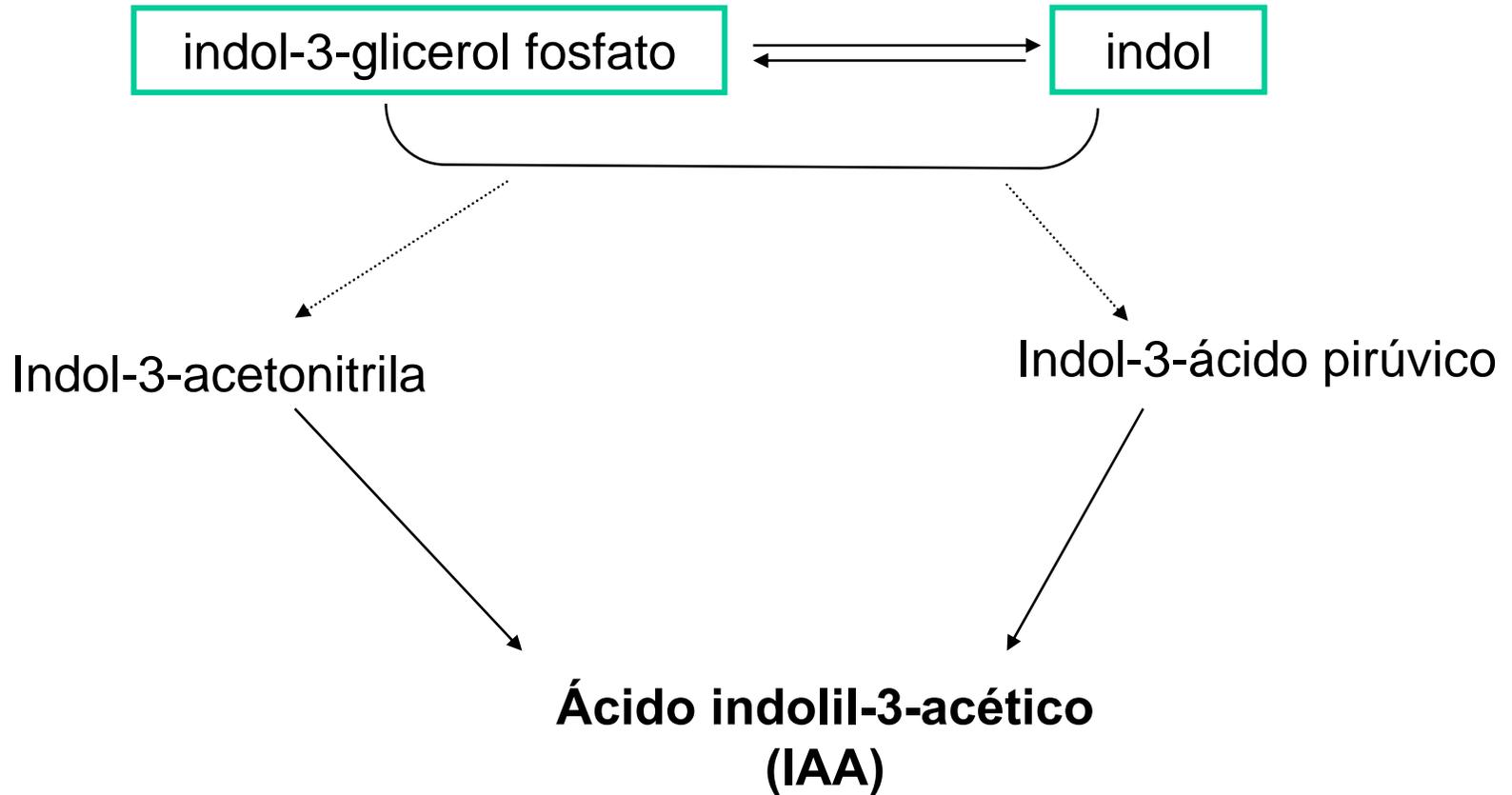
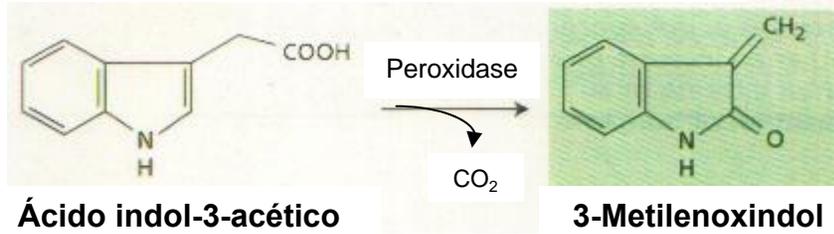


FIGURA 19.8 As rotas de biossíntese de AIA independentes do triptofano em plantas. A via biossintética do triptofano (Trp) está representada à esquerda. Os mutantes discutidos no **Tópico 19.4 na Internet** estão indicados nos parênteses. O ponto precursor de ramificação da biossíntese independente do triptofano é duvidoso (indol-3-glicerol fosfato ou indol), e o IAN e o AIP são dois intermediários possíveis. PR, fosforibosil (Bartel, 1997).

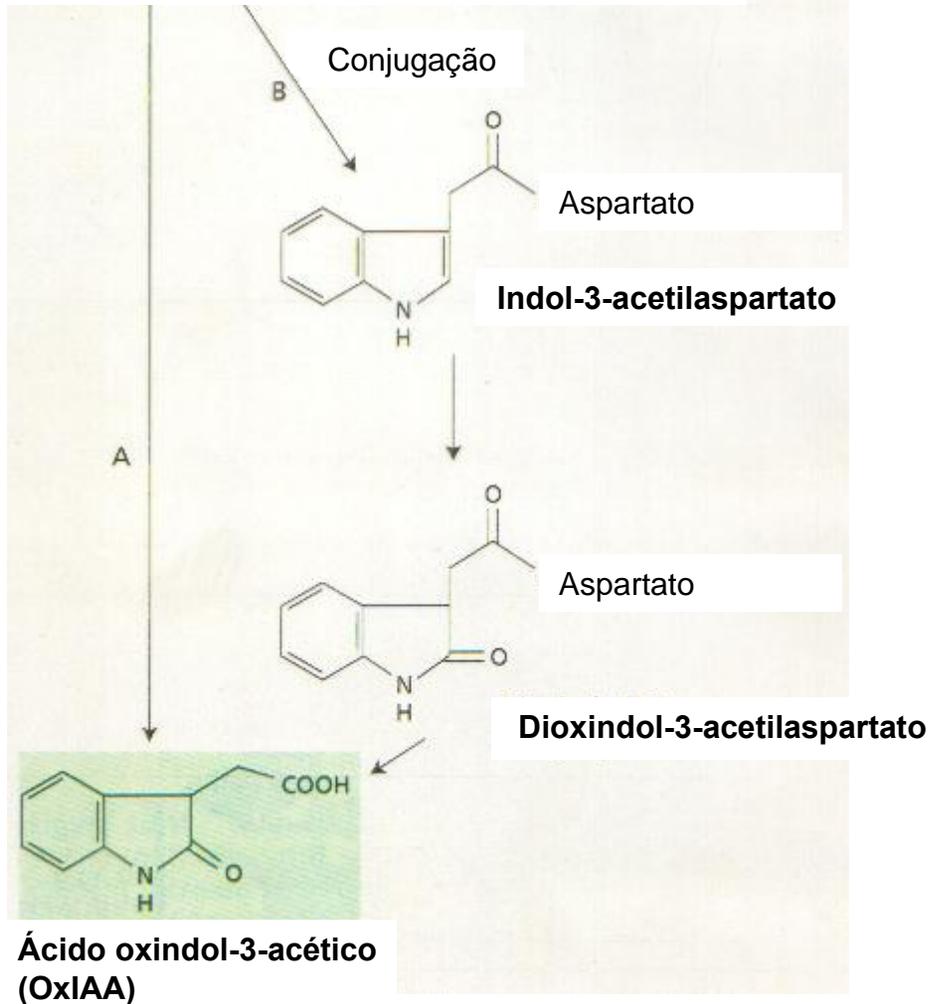
VIAS NÃO DEPENDENTES DE TRIPTOFANO



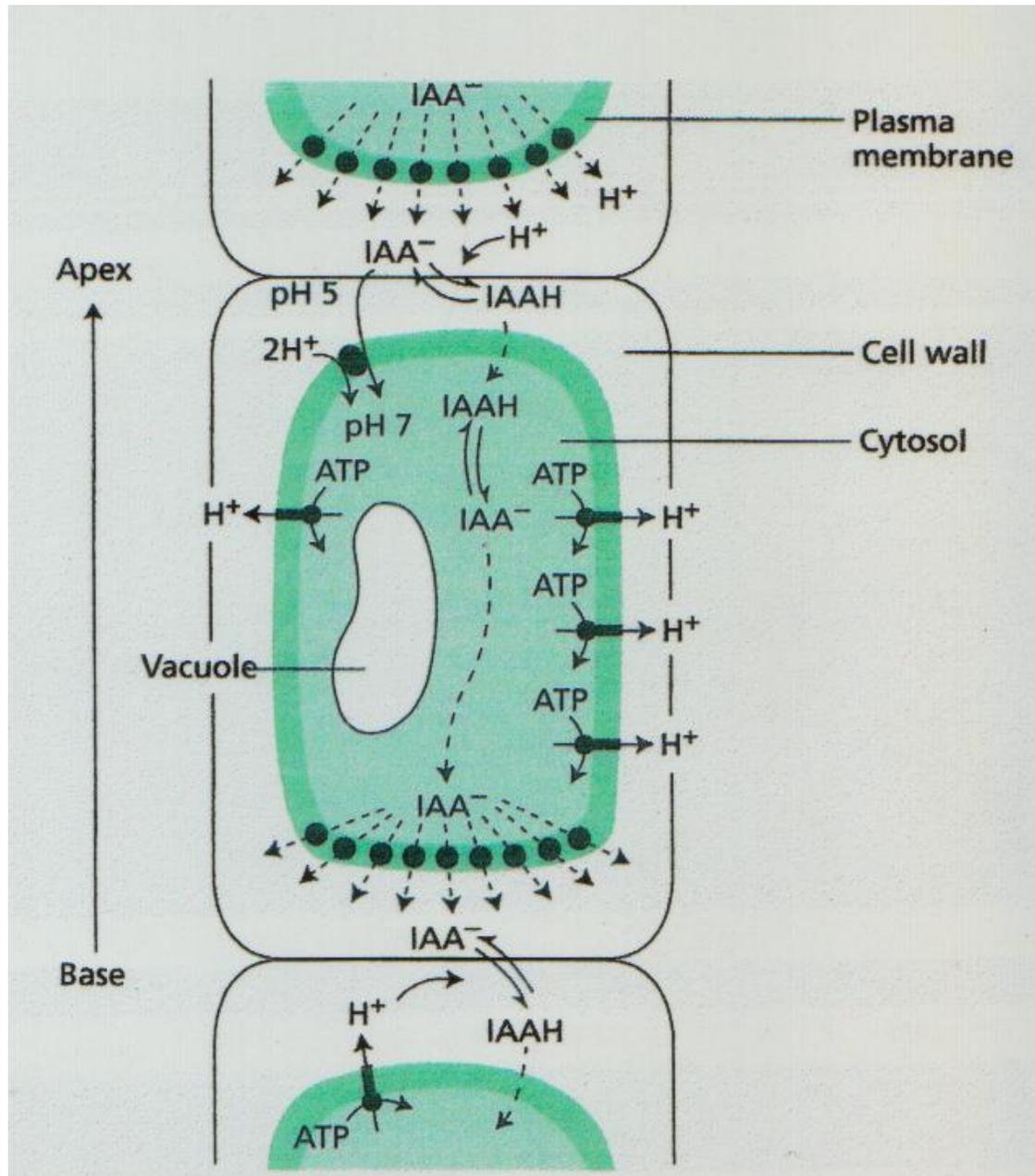
(A) Descarboxilação: rota secundária



(B) Rotas não descarboxilativas

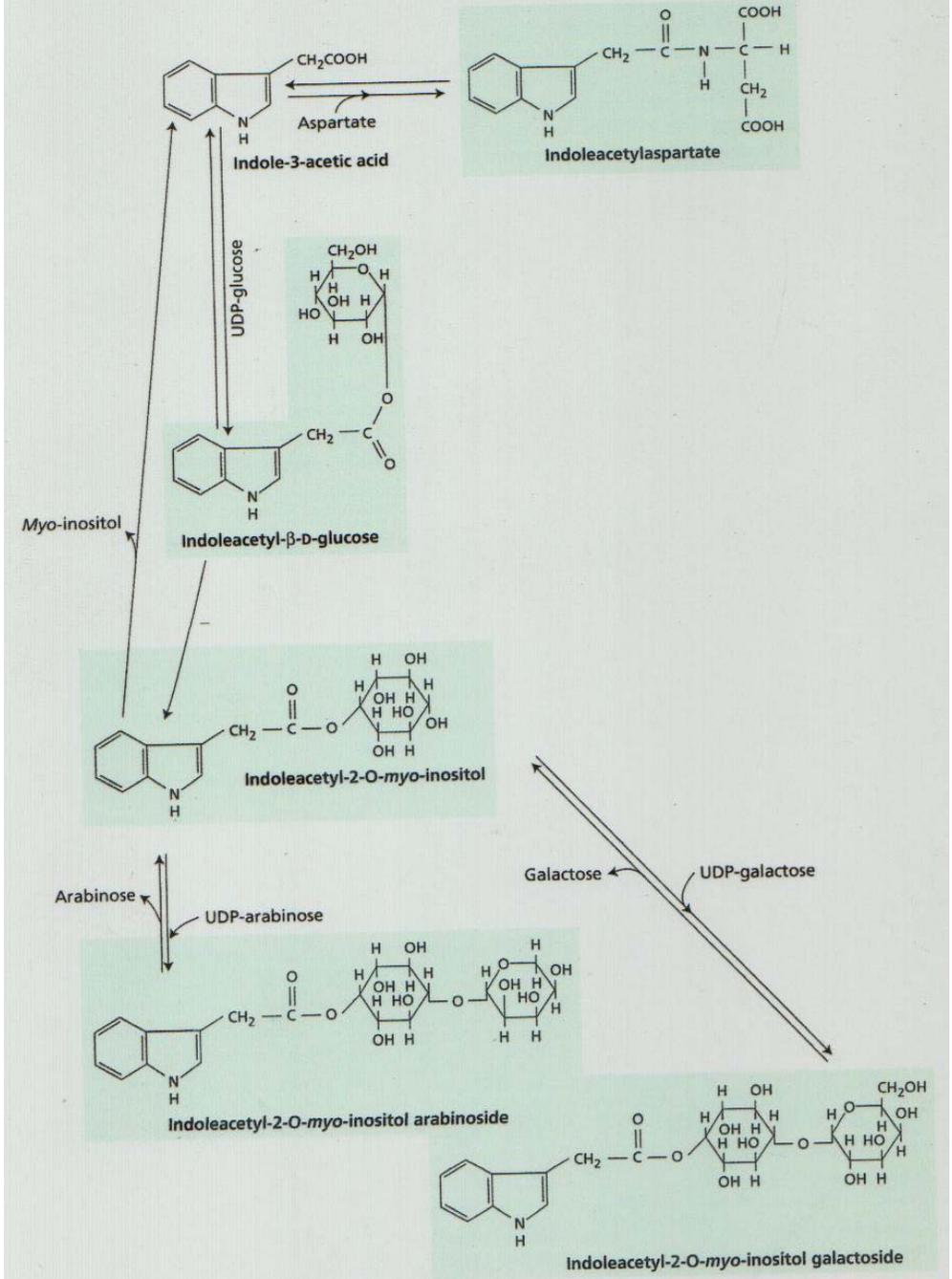


TRANSPORTE DE IAA



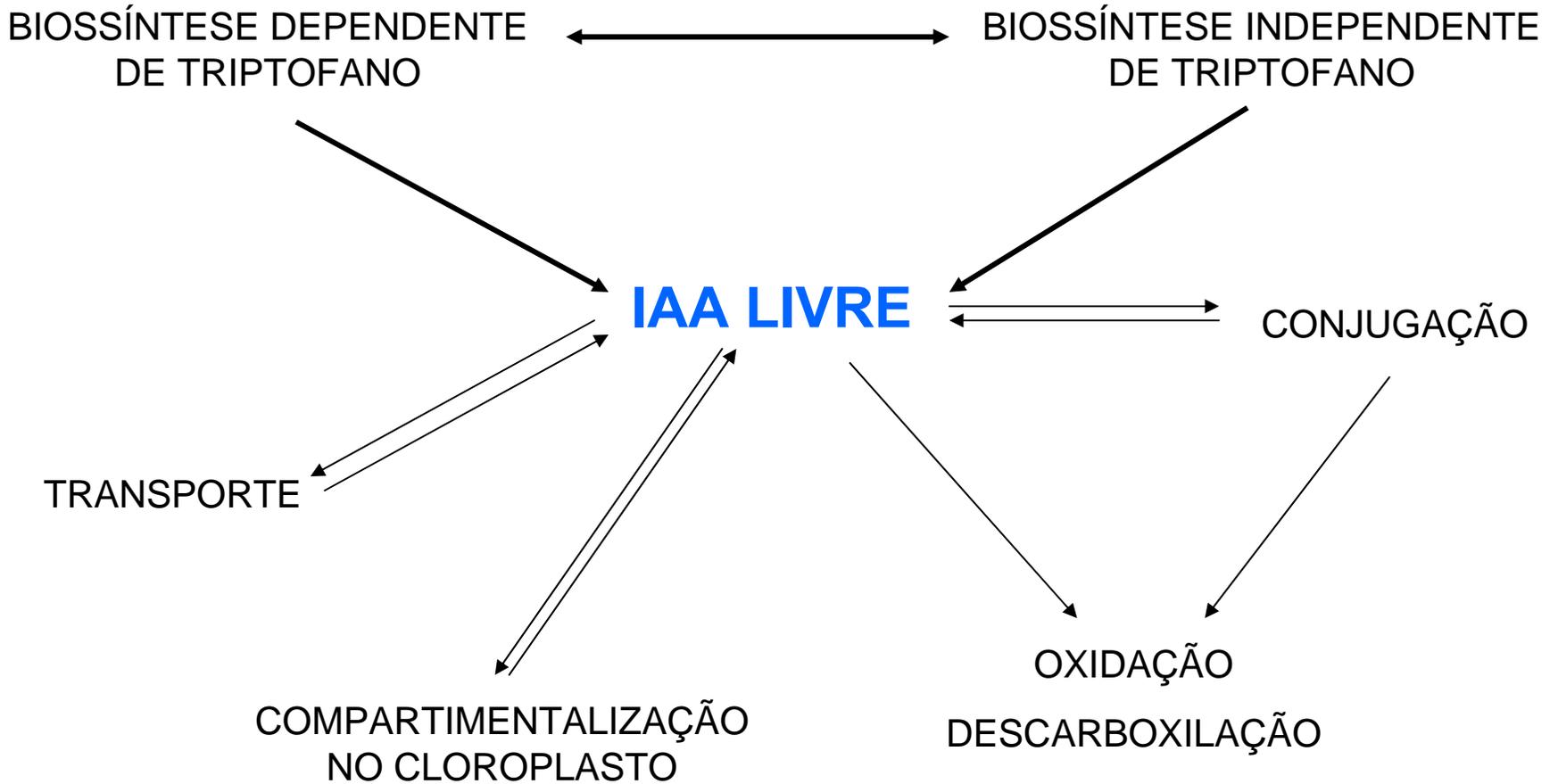
MODELO QUIMIOSMÓTICO DO TRANSPORTE POLAR DE AUXINA

CONJUGAÇÃO DE IAA



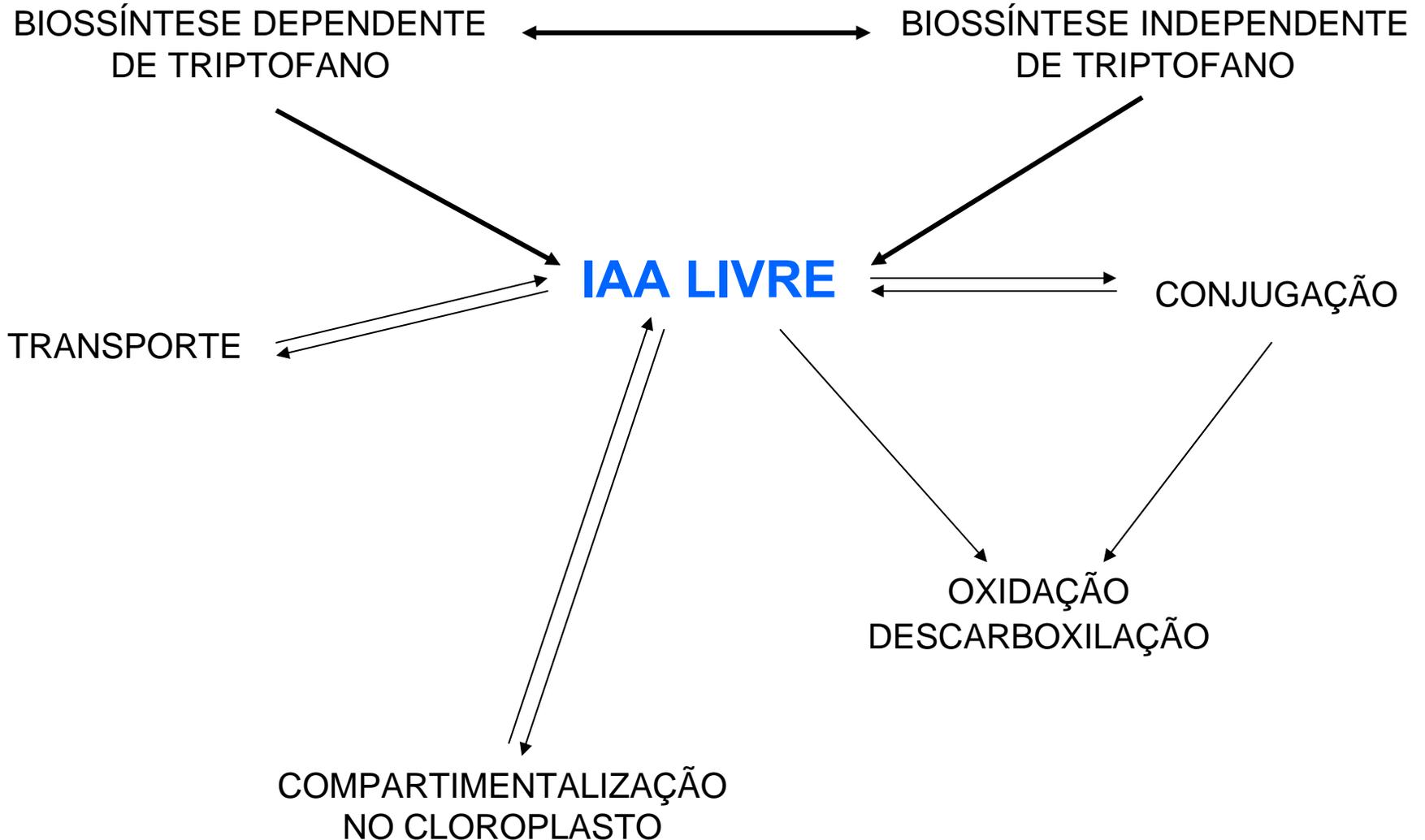
VIAS METABÓLICAS DE AUXINAS CONJUGADAS

CONTROLE DOS NÍVEIS DE AUXINAS



AUXINAS

VIA DE BIOSÍNTESE DEPENDENTE E INDEPENDENTE DE TRIPTOFANO PODE LEVAR SOMENTE AO **ACRÉSCIMO** NA CONCENTRAÇÃO DE IAA LIVRE

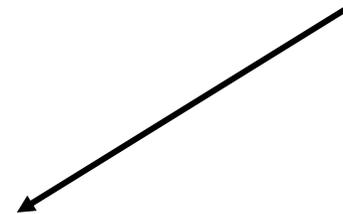
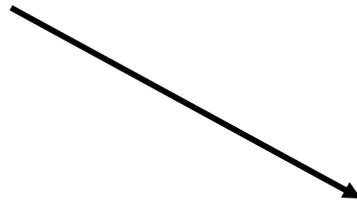


AUXINAS

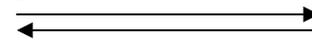
VIA DE BIOSÍNTESE DEPENDENTE E INDEPENDENTE DE TRIPTOFANO PODE LEVAR SOMENTE AO **ACRÉSCIMO** NA CONCENTRAÇÃO DE IAA LIVRE

BIOSSÍNTESE DEPENDENTE DE TRIPTOFANO

BIOSSÍNTESE INDEPENDENTE DE TRIPTOFANO

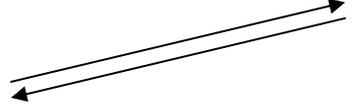


IAA LIVRE



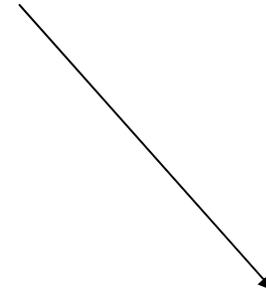
CONJUGAÇÃO

TRANSPORTE

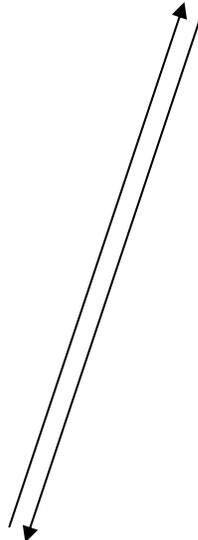


A CONJUGAÇÃO É REVERSÍVEL E PODE LEVAR TANTO AO **ACRÉSCIMO** COMO AO **DECRÉSCIMO** DE IAA LIVRE

OXIDAÇÃO
DESCARBOXILAÇÃO



COMPARTIMENTALIZAÇÃO NO CLOROPLASTO



AUXINAS

VIA DE BIOSÍNTESE DEPENDENTE E INDEPENDENTE DE TRIPTOFANO PODE LEVAR SOMENTE AO **ACRÉSCIMO** NA CONCENTRAÇÃO DE IAA LIVRE

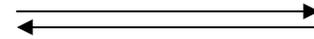
BIOSSÍNTESE DEPENDENTE DE TRIPTOFANO

BIOSSÍNTESE INDEPENDENTE DE TRIPTOFANO



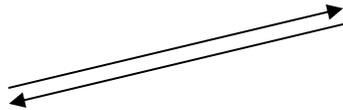
IAA LIVRE

CONJUGAÇÃO



A CONJUGAÇÃO É REVERSÍVEL E PODE LEVAR TANTO AO **ACRÉSCIMO** COMO AO **DECRÉSCIMO** DE IAA LIVRE

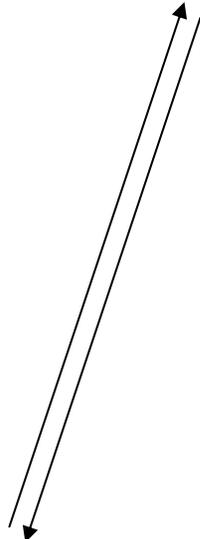
TRANSPORTE



OXIDAÇÃO
DESCARBOXILAÇÃO

A DEGRADAÇÃO (PELA ROTA NÃO-DESCARBOXILATIVA OU PELA DESCARBOXILAÇÃO) LEVA SOMENTE AO **DECRÉSCIMO** DA CONCENTRAÇÃO DE IAA

COMPARTIMENTALIZAÇÃO NO CLOROPLASTO



AUXINAS

VIA DE BIOSÍNTESE DEPENDENTE E INDEPENDENTE DE TRIPTOFANO PODE LEVAR SOMENTE AO **ACRÉSCIMO** NA CONCENTRAÇÃO DE IAA LIVRE

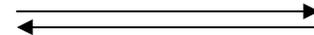
BIOSSÍNTESE DEPENDENTE DE TRIPTOFANO

BIOSSÍNTESE INDEPENDENTE DE TRIPTOFANO



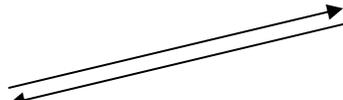
IAA LIVRE

CONJUGAÇÃO



A CONJUGAÇÃO É REVERSÍVEL E PODE LEVAR TANTO AO **ACRÉSCIMO** COMO AO **DECRÉSCIMO** DE IAA LIVRE

TRANSPORTE

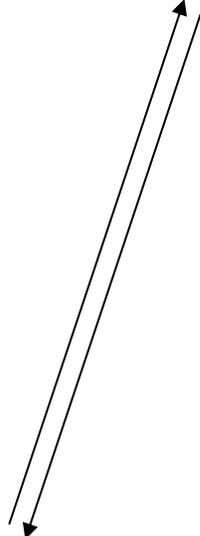


TRANSPORTE E COMPARTIMENTALIZAÇÃO PODEM CAUSAR TANTO **ACRÉSCIMO** COM **DECRÉSCIMO** NA CONCENTRAÇÃO DE IAA CITOSÓLICO, DEPENDENDO DA DIREÇÃO DO MOVIMENTO DO HORMÔNIO

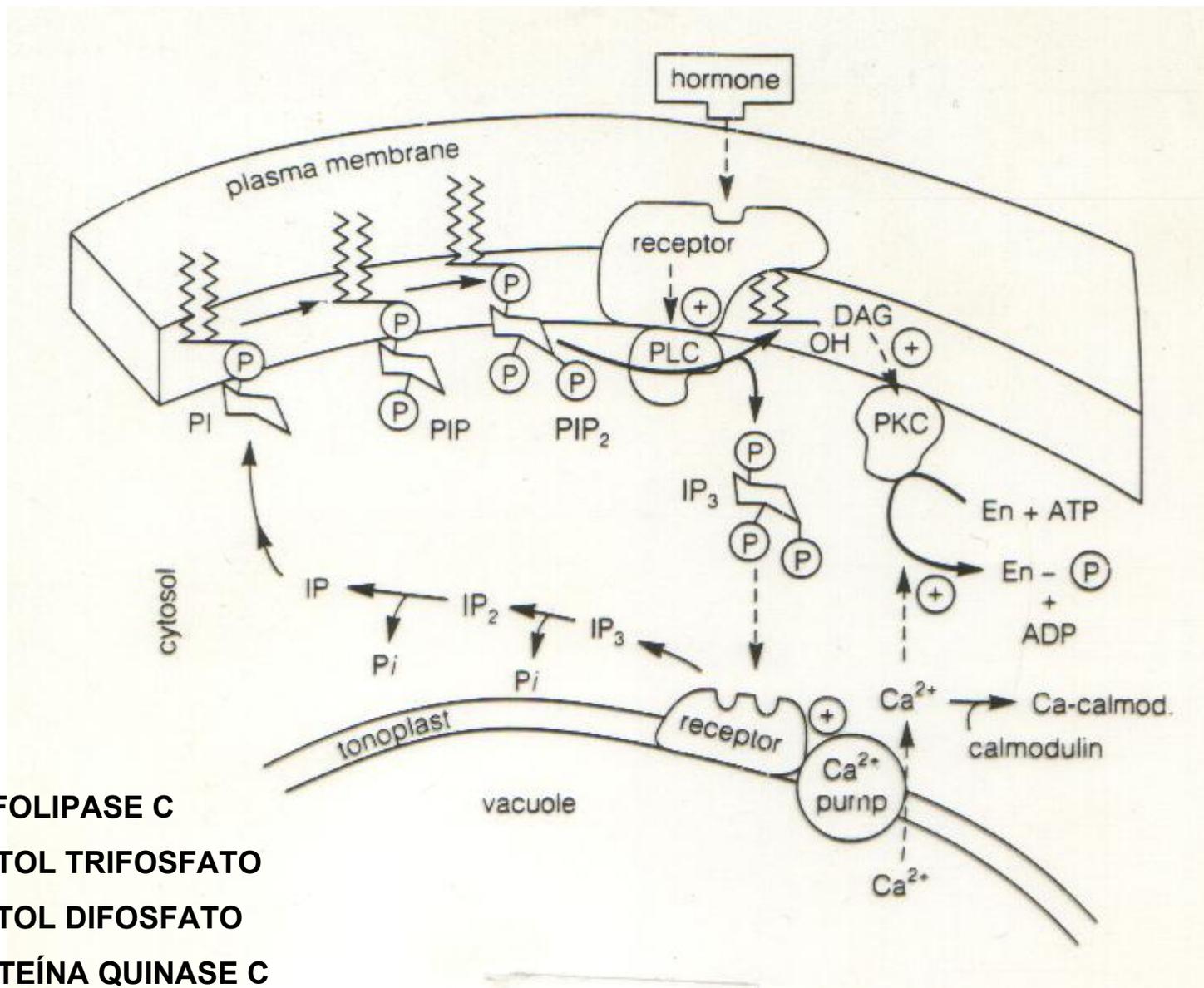
OXIDAÇÃO
DESCARBOXILAÇÃO

A DEGRADAÇÃO (PELA ROTA NÃO-DESCARBOXILATIVA OU PELA DESCARBOXILAÇÃO) LEVA SOMENTE AO **DECRÉSCIMO** DA CONCENTRAÇÃO DE IAA

COMPARTIMENTALIZAÇÃO NO CLOROPLASTO



MODELO DE TRANSDUÇÃO DO SINAL HORMONAL NA MEMBRANA PLASMÁTICA



PLC- FOSFOLIPASE C

IP₃- INOSITOL TRIFOSFATO

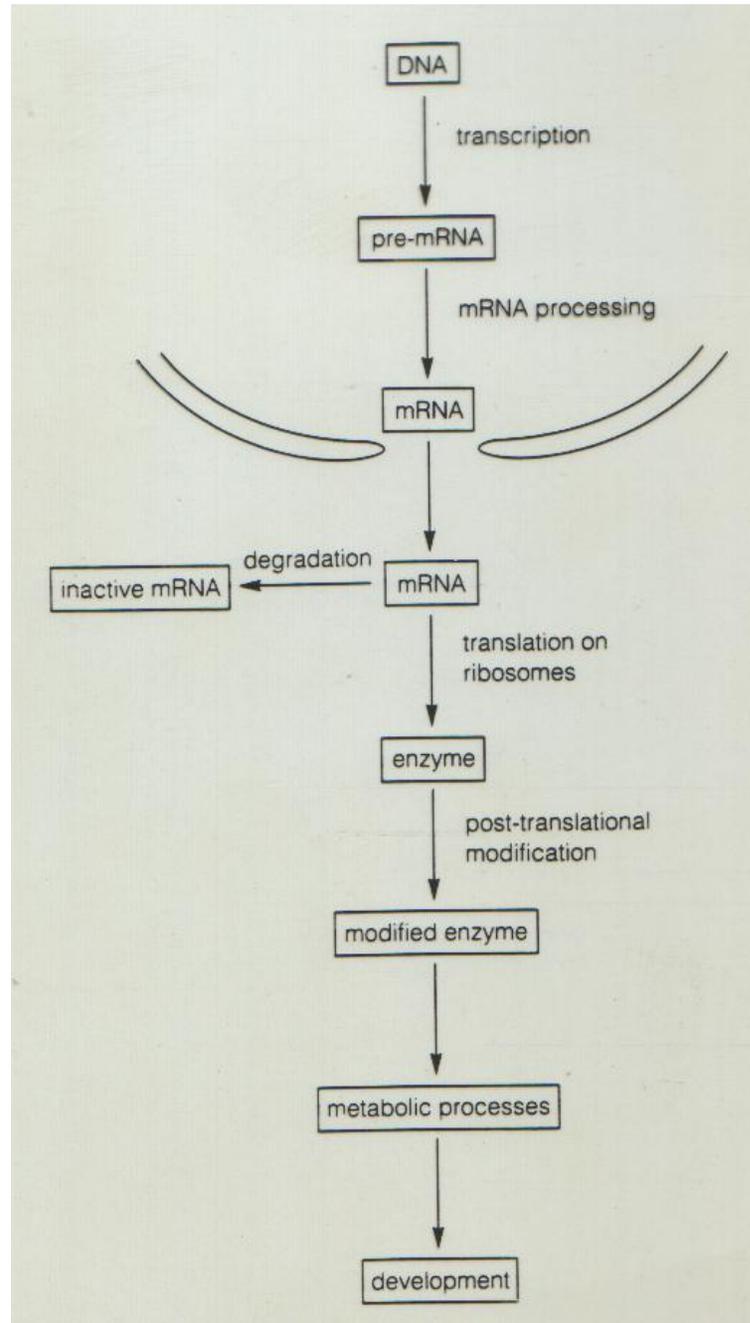
IP₂- INOSITOL DIFOSFATO

PKC- PROTEÍNA QUINASE C

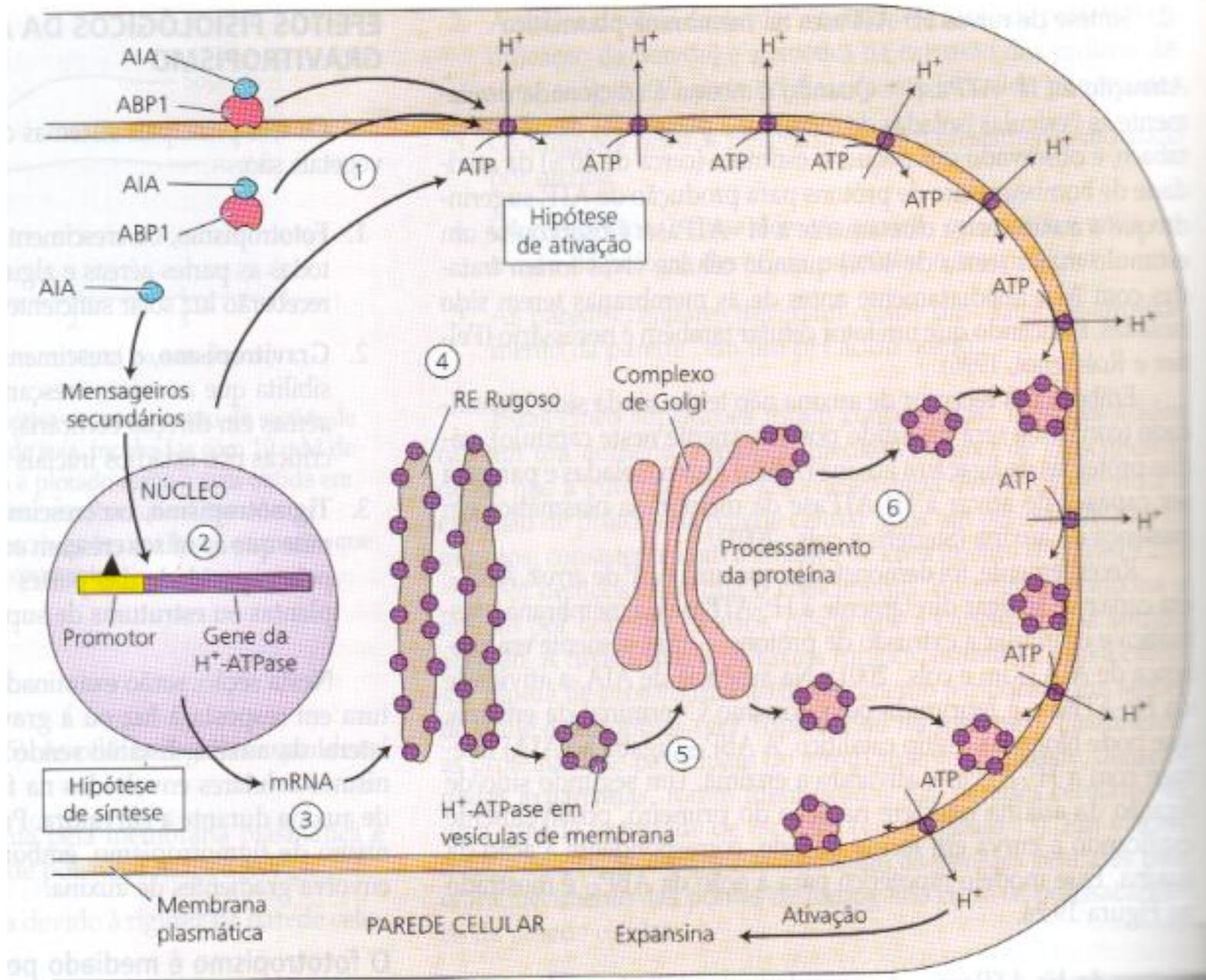
DAG- DIACILGLICEROL

POSSÍVEIS SÍTIOS DE CONTROLE HORMONAL NA ATIVIDADE GÊNICA

Ax ATUA NA TRANSCRIÇÃO



MODO DE AÇÃO DO IAA



EFEITOS FISIOLÓGICOS DAS AUXINAS:

- ✓ **DIVISÃO CELULAR:**

CARIOCINESE

- ✓ **CRESCIMENTO DO CAULE:**

ALONGAMENTO CELULAR

- ✓ **CRESCIMENTO DAS FOLHAS:**

DIVISÃO, EXPANSÃO E DIFERENCIAÇÃO CELULAR

CRESCIMENTO DAS NERVURAS



FOLHAS
VERDADEIRAS

FOLHAS
COTILEDONARES

PAU MARFIM

EFEITOS FISIOLÓGICOS DAS AUXINAS:

✓ CRESCIMENTO DA RAIZ:

AUMENTO DA RESPOSTA PARALELO AO AUMENTO DA CONCENTRAÇÃO ATÉ CERTO MÁXIMO, APÓS O QUAL OCORRE EFEITO INIBITÓRIO

CRESCIMENTO DA RAIZ



EFEITOS FISIOLÓGICOS DAS AUXINAS:

✓ INICIAÇÃO DA ATIVIDADE CAMBIAL EM PLANTAS LENHOSAS:

CÂMBIO INATIVO NO INVERNO, RECOMEÇANDO SUA ATIVIDADE NA PRIMAVERA

✓ DOMINÂNCIA APICAL:

Fox tail



DOMINÂNCIA
APICAL
(*Fox tail*)

Pinus sp.

FOX TAIL



***Pinus* sp.**

EFEITOS FISIOLÓGICOS DAS AUXINAS:

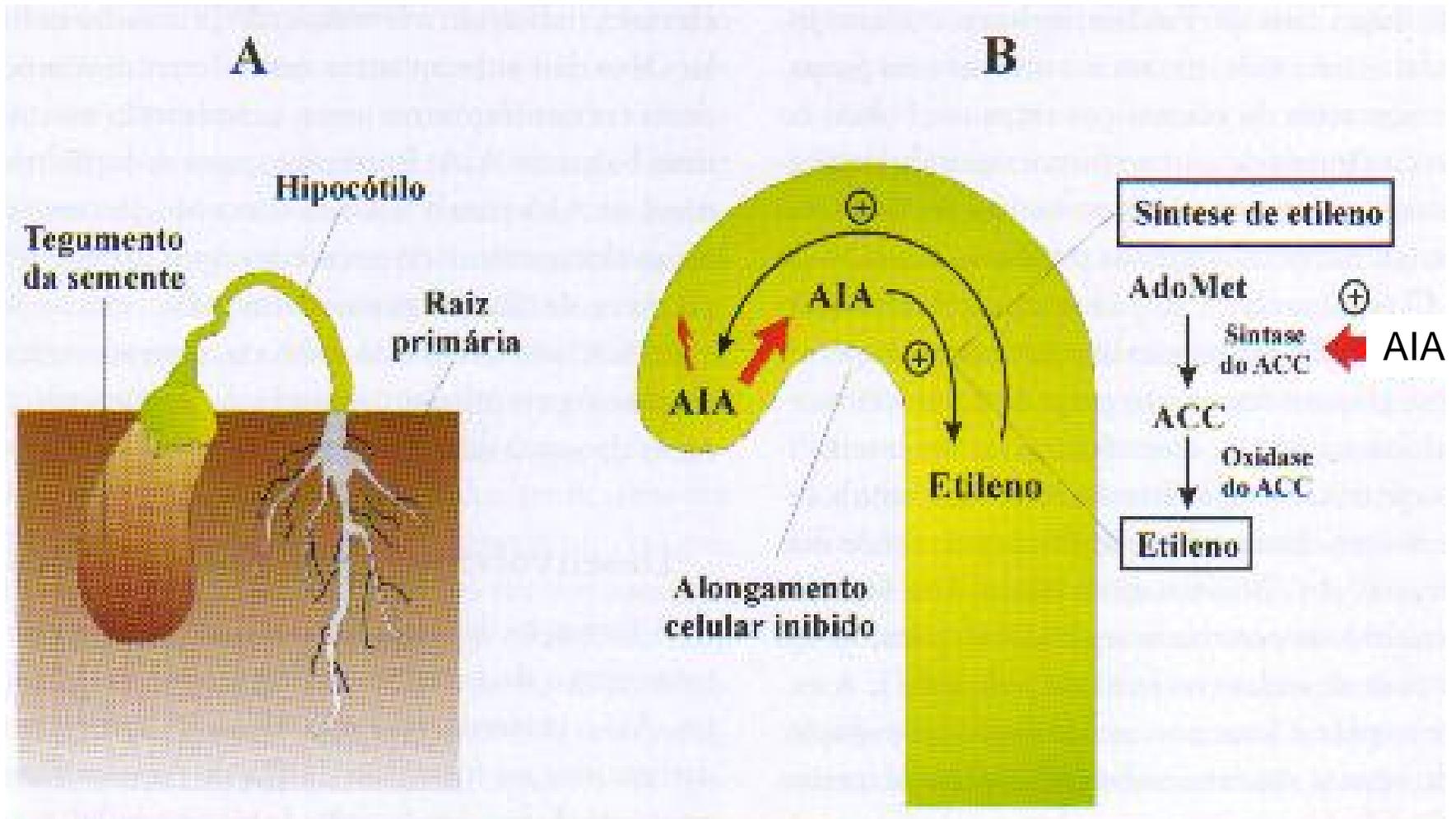
✓ **SEXUALIDADE:**

EM PLANTAS MONÓICAS, AUXINA ESTIMULA FORMAÇÃO DE FLORES FEMININAS

✓ **GANCHO PLUMULAR:**

BALANÇO DA [auxina] E [etileno]

GANCHO PLUMULAR



GANCHO PLUMULAR



EFEITOS FISIOLÓGICOS DAS AUXINAS:

✓ **CRESCIMENTO DA FLOR:**

OVÁRIO É RICA FONTE DE AUXINA



Rosa sp.

CRESCIMENTO DA FLOR



Dendrobium nobile

CRESCIMENTO DA FLOR



Dendrobium nobile

CRESCIMENTO DA FLOR



MORÉIA

CRESCIMENTO DA FLOR



MORÉIA

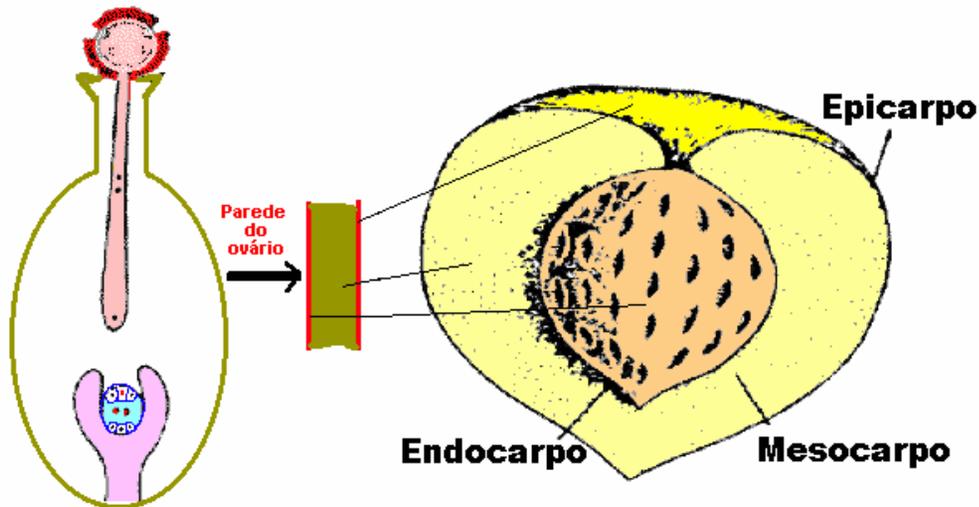
EFEITOS FISIOLÓGICOS DAS AUXINAS:

✓ CRESCIMENTO DO FRUTO:

PÓLEN CONTÉM ALTAS CONCENTRAÇÕES DE AUXINAS

FLORES POLINIZADAS TEM RÁPIDO CRESCIMENTO DO OVÁRIO

FLORES NÃO POLINIZADAS TEM OVÁRIO ATROFIADO





MOREIA



CRESCIMENTO DO FRUTO

CRESCIMENTO DO FRUTO



MORÉIA

FRUTO E SEMENTES



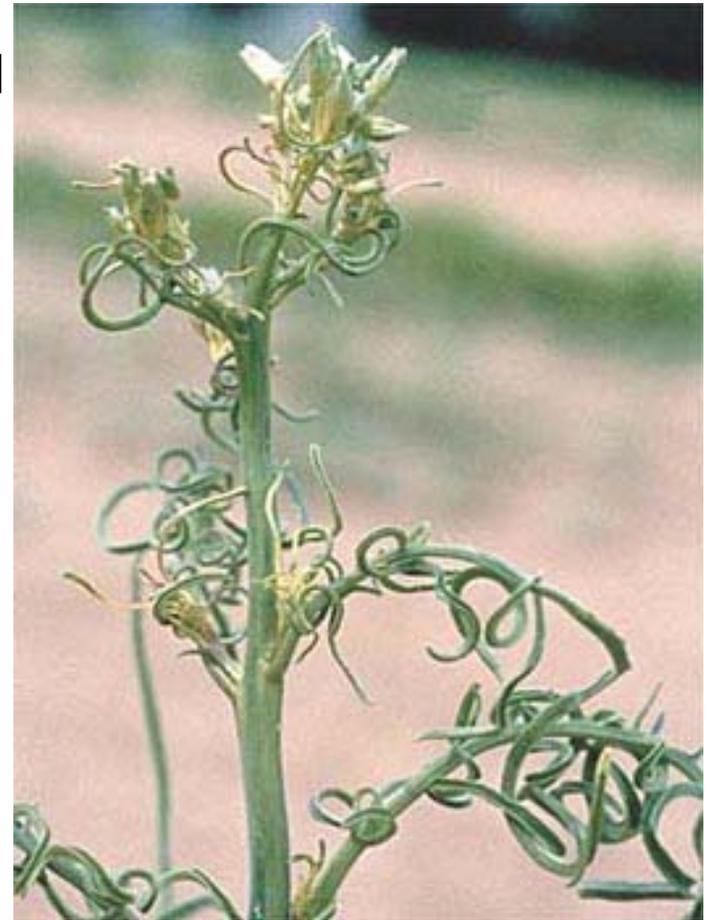
MORÉIA

EFEITOS FISIOLÓGICOS DAS AUXINAS:

✓ EPINASTIA



Coleus sp.



MOSTARDA

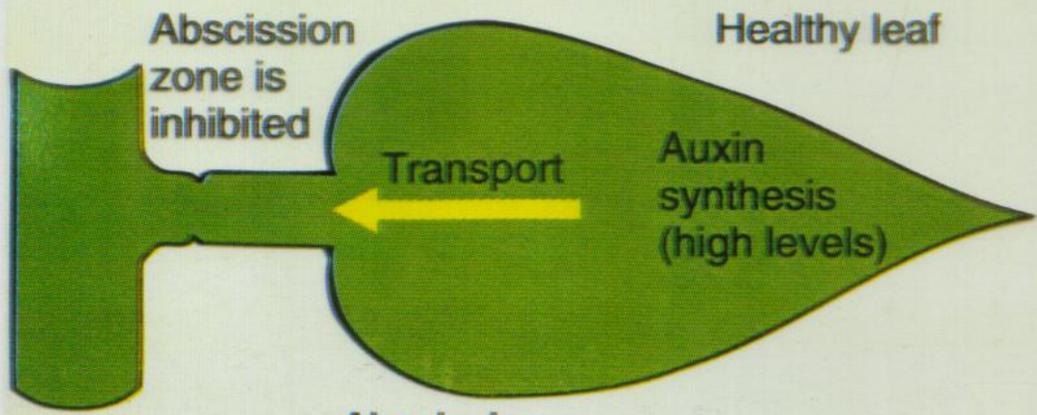
EFEITOS FISIOLÓGICOS DAS AUXINAS:

✓ ABSCISÃO FOLIAR

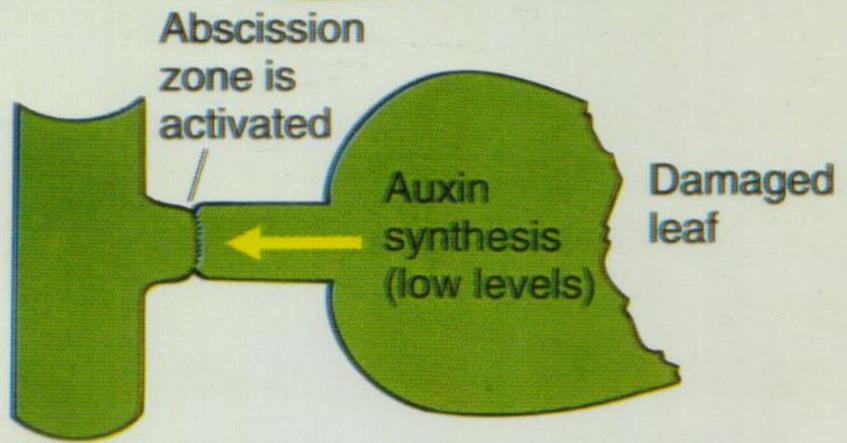
[auxina] < [etileno]



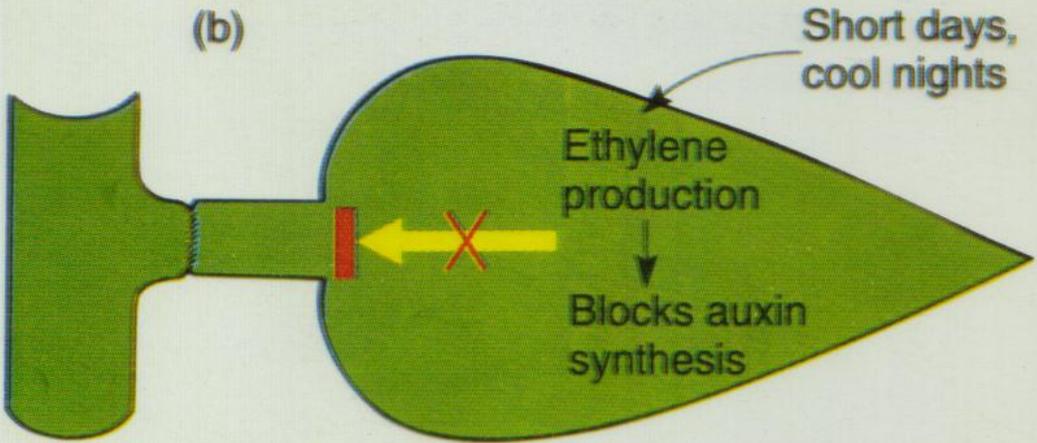
ABSCISÃO FOLIAR



(a)



(b)



(c)

EFEITOS FISIOLÓGICOS DAS AUXINAS:

✓ PARTENOCARPIA:

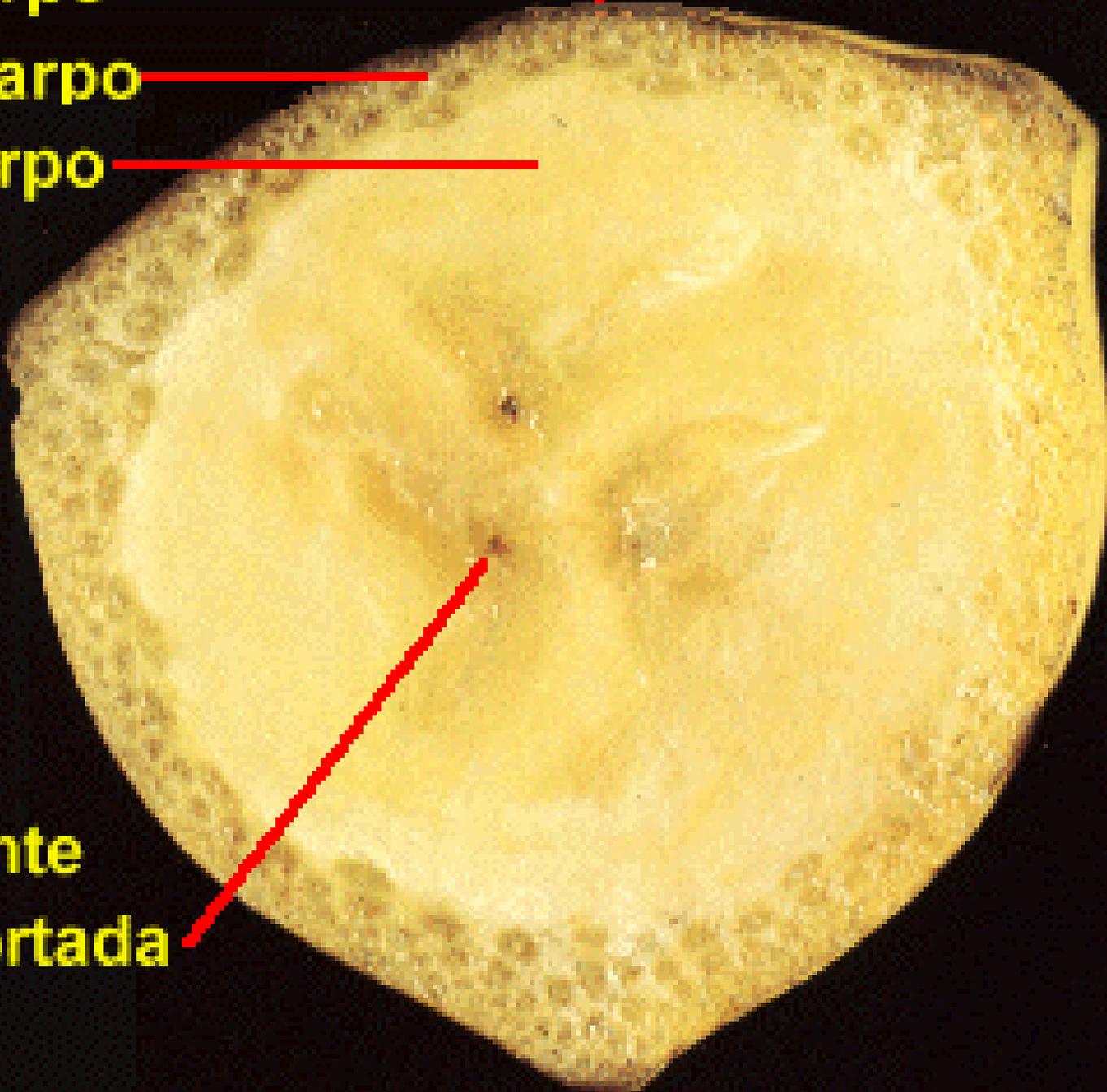
1. DESENVOLVIMENTO DO FRUTO SEM POLINIZAÇÃO (TOMATE, PIMENTA, ABÓBORA, BANANA, ABACAXI...)
2. DESENVOLVIMENTO DO FRUTO PELA POLINIZAÇÃO, PORÉM SEM SINGAMIA (PLANTAS GENETICAMENTE ESTÉREIS – TRIPLÓIDES)
3. ABSORÇÃO DO EMBRIÃO ANTES QUE O FRUTO ATINJA A MATURIDADE (CEREJA, PÊSSEGO, UVA...)

PARTENOCARPIA

Epicarpo

Mesocarpo

Endocarpo



Semente
abortada

BANANA

PARTENOCARPIA



LARANJA

EFEITOS FISIOLÓGICOS DAS AUXINAS:

✓ ENRAIZAMENTO



ESPADA DE SÃO JORGE

ENRAIZAMENTO



Tratamento 3
(sem folha)

PLATANUS

Tratamento 3



CALIANDRA

ENRAIZAMENTO



ERVA-MATE

FIM!

