

Assimilação de Nutrientes Minerais

plantas são organismos fotoautorófico:

- **todos os compostos orgânicos necessários são formados em seu próprio corpo (macro e micro moléculas)**
- **a energia necessária para a seu metabolismo vem da captação de energia luminosa**

o elemento C é fixado durante a fotossíntese.

os outros elementos são absorvidos do ambiente e alguns, incorporados em esqueletos de C via reações metabólicas da planta.

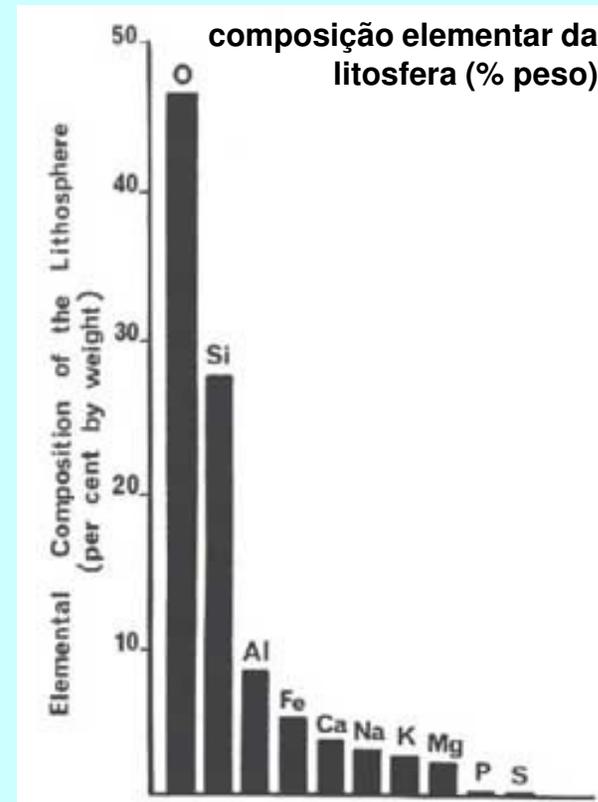
Classificação dos nutrientes minerais (não inclui H, O, C):

Grupo 1 **N*** 1 000 000 ←
 S 30 000

Grupo 2 **P** 60 000
 Si 30 000
 B** 2 000

Grupo 3 **K** 250 000
 Ca 125 000
 Mg 80 000
 Na 400
 Mn 1 000
 Cl 3 000

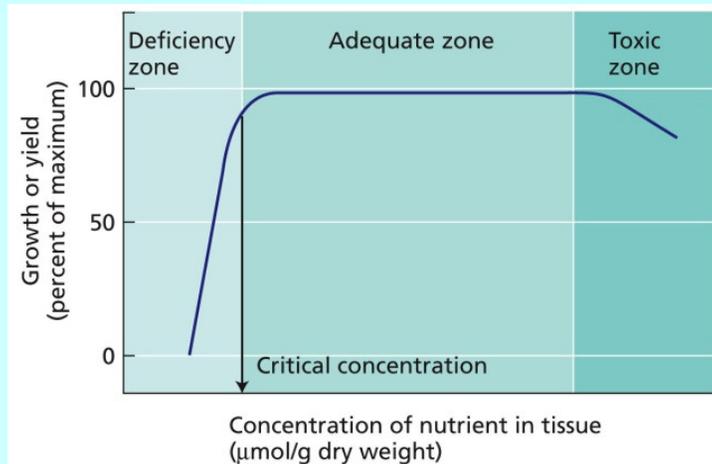
Grupo 4 **Fe** 2 000
 Cu 100
 Zn 300
 Mo 1***
 Ni 2



*macronutrientes > 20 mg/L

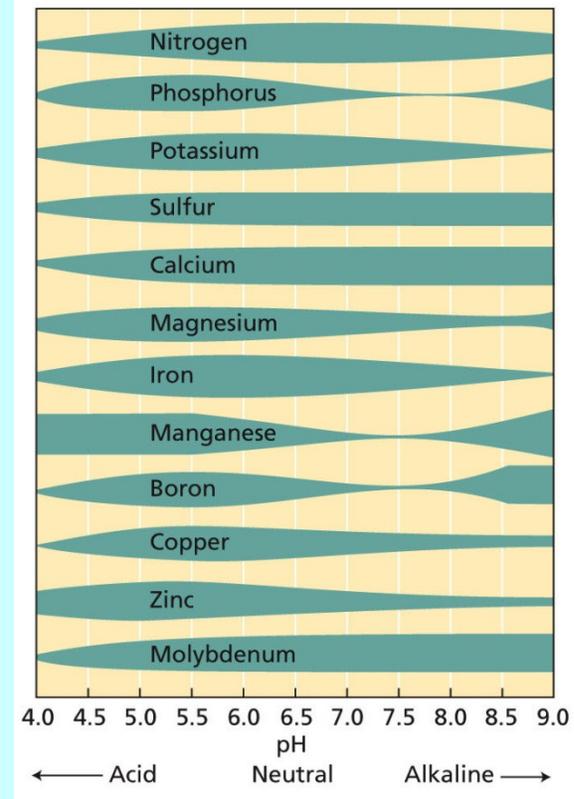
** micronutrientes < 500 µg/L

*** quantidade relativa de átomos



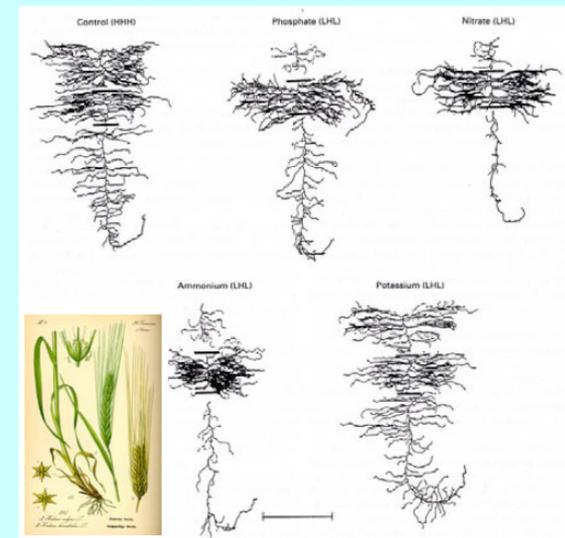
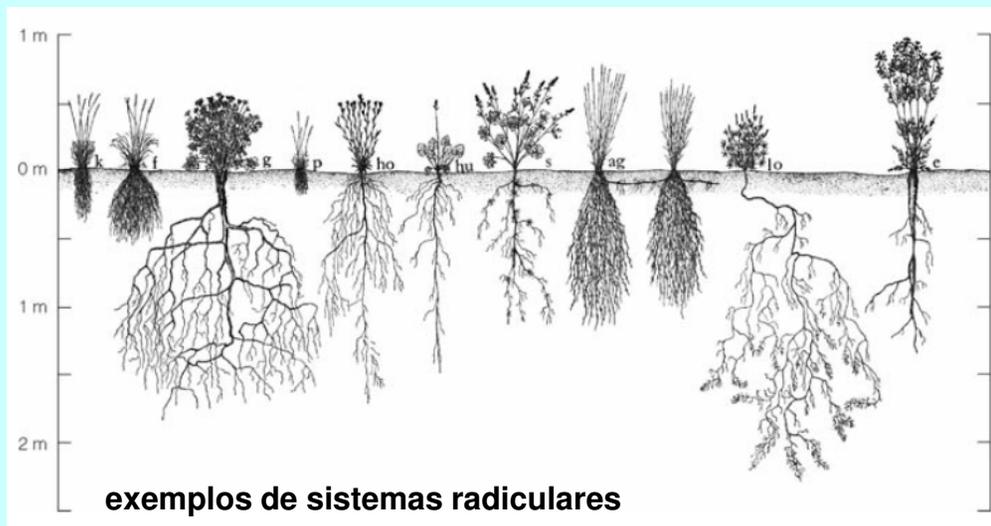
Para que a planta se desenvolva é necessário que haja concentração adequada de nutrientes disponível

a acidez do solo é um dos fatores que influencia a disponibilidade de nutrientes minerais para a planta



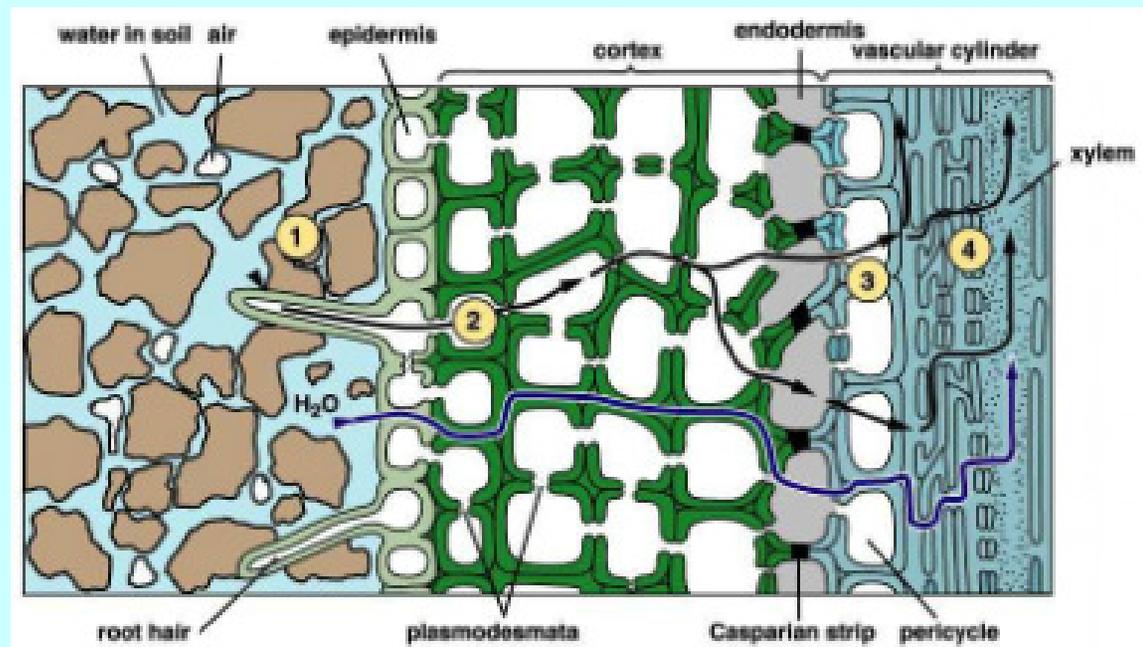
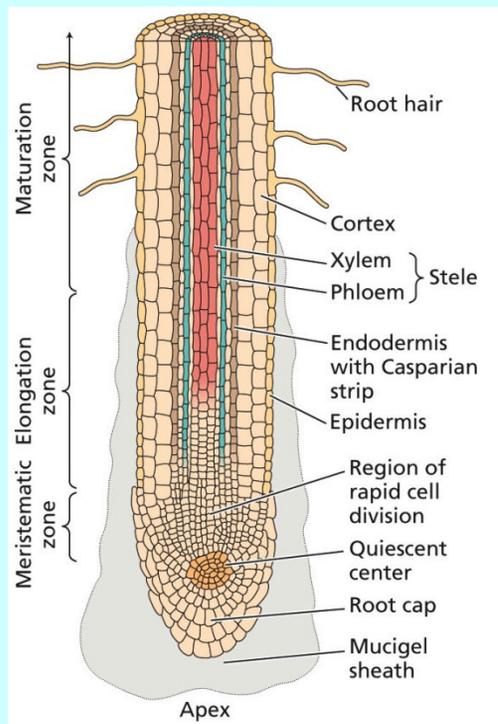
O principal órgão de absorção de nutrientes é a raiz

- plantas podem utilizar grande parte do C fixado para formação das raízes
- o crescimento das raízes é influenciado pela disponibilidade de nutrientes



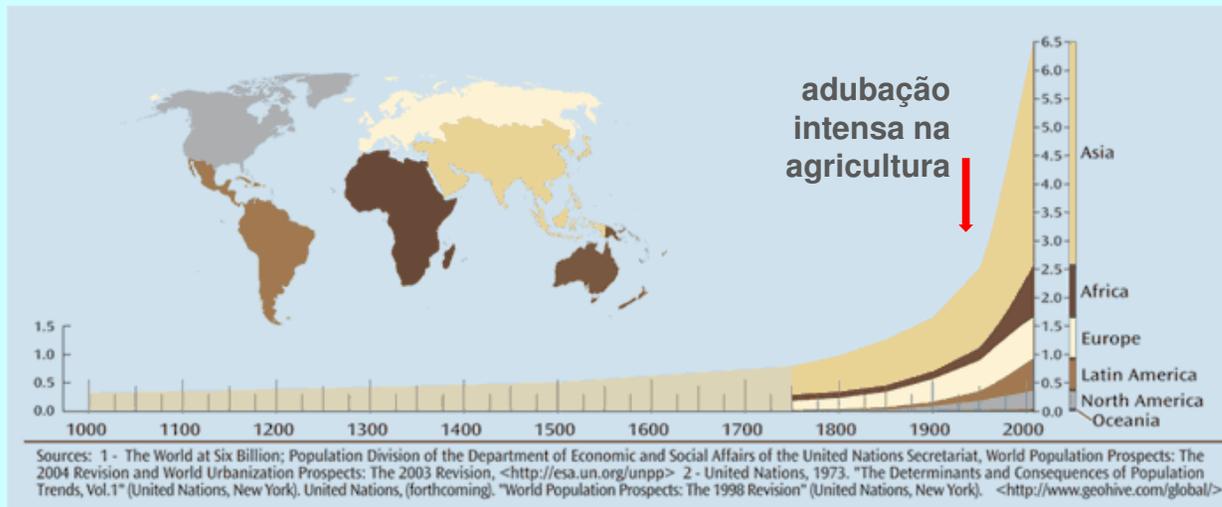
Os nutrientes estão dissolvidos na água do solo

os pelos da raiz absorvem a maior parte da água e minerais do solo



N na nutrição mineral

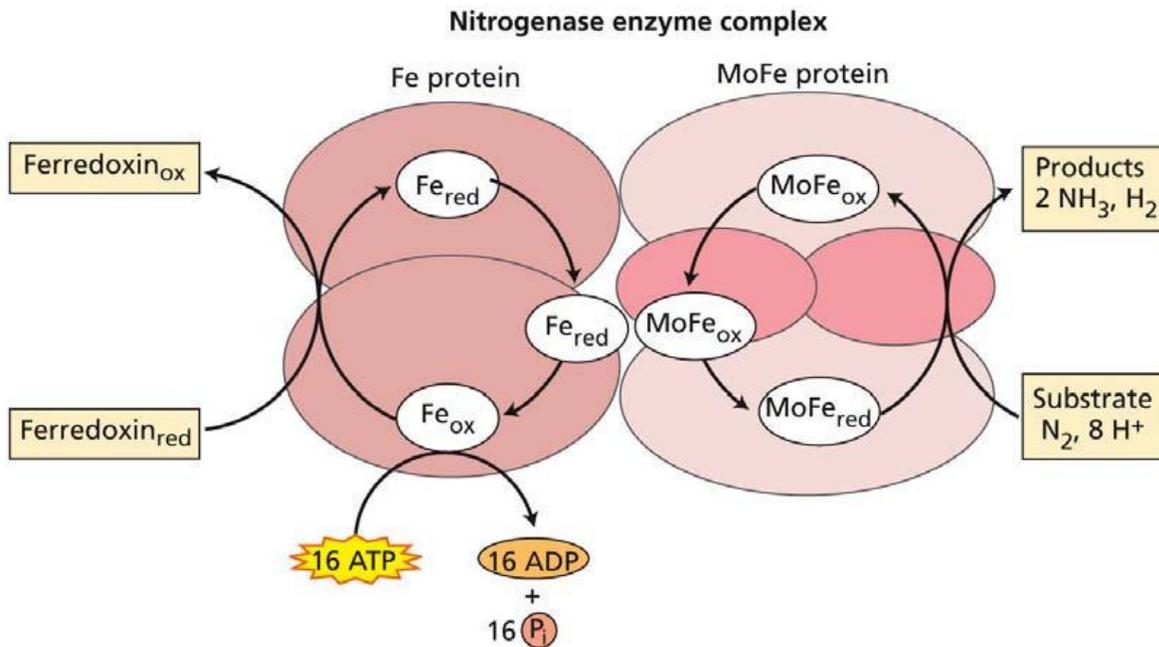
- N é geralmente o elemento limitante para o crescimento das plantas
- plantas absorvem principalmente N no seu estado mais oxidado: NO_3
- somente algumas bactérias são capazes de fixar N_2 (bactérias nitrificantes)
- recentemente foi criado um método químico para a fixação de N_2 (método de Haber e Bosch, prêmio Nobel...)
- Adubação intensa é necessária para alta produtividade na agricultura essencial para a alimentar a crescente população humana



apesar da produção de alimentos no mundo ser suficiente para alimentar toda a humanidade sua distribuição é desigual

Fixação biológica de N₂

via metabólica presente apenas em alguns procariontes:



12 g de C orgânico por
g de N fixado

PLANT PHYSIOLOGY, Fourth Edition, Figure 12.13 © 2006 Sinauer Associates, Inc.

principal forma de
entrada de N na
biosfera

organismos fixadores
de N:

- cianobactérias
- algumas bactérias heterotróficas (Gram positivas e negativas)
- arqueias

reação inibida por:

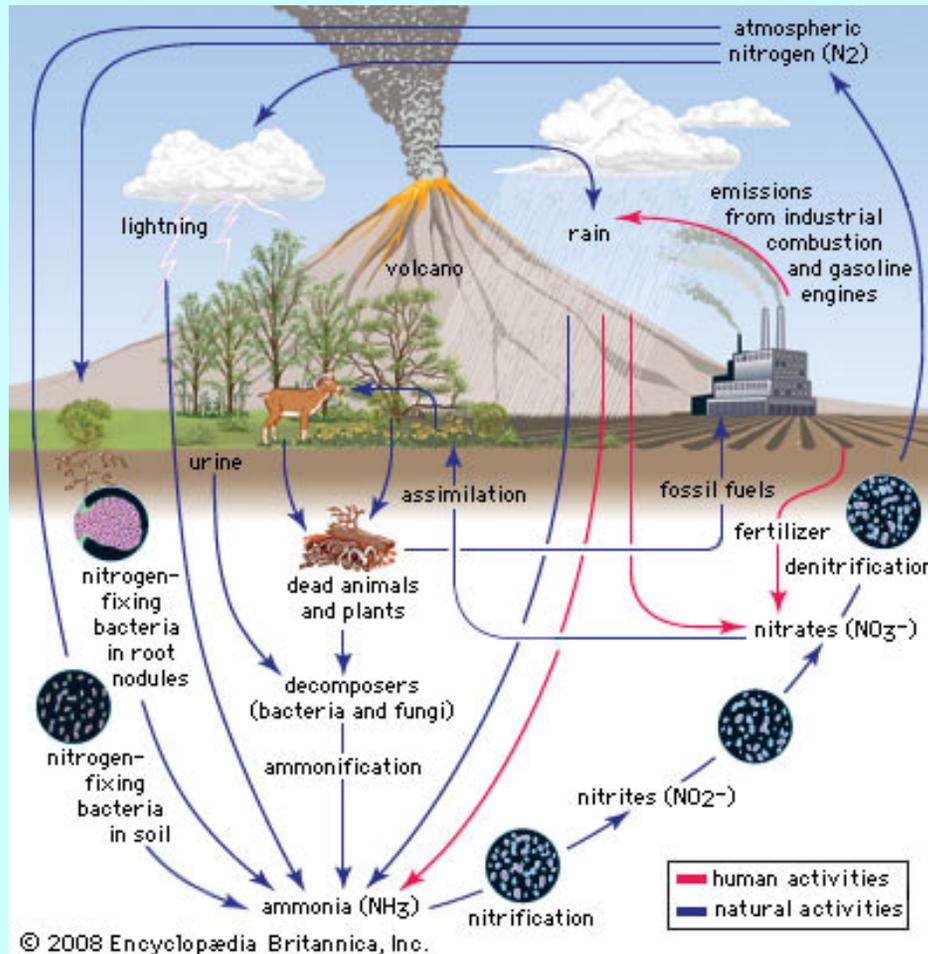
- O₂
- NH₄⁺

reações de alto custo energético (16 ATP)
e só atuante quando há deficiência de N

¹asparagina e glutamina

²alantoina, ác. alantóico e citrulina

A principal forma de N absorvido pela planta é o nitrato (NO_3^-)



no solo há bactérias nitrificantes e denitrificantes: bactérias anaeróbicas que usam nitrato ao invés de O_2 como acceptor final de elétrons.

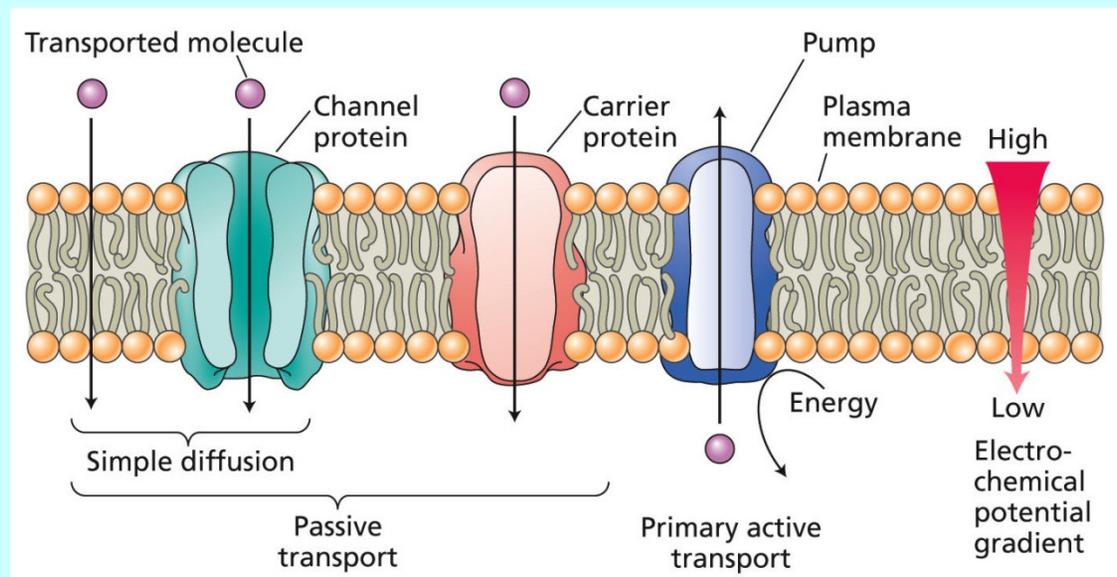
associação simbiótica de plantas com microorganismos contribui para o aproveitamento do N fixado.

microorganismos associados:

- fungos
- bactérias

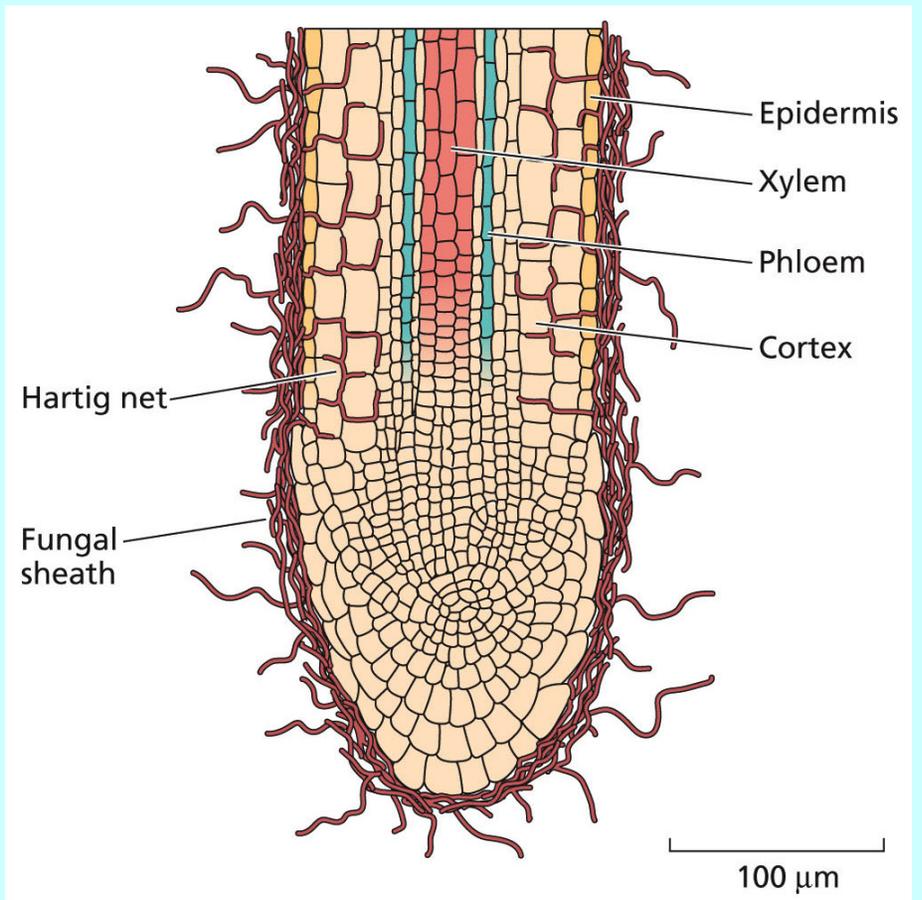
Absorção de NO_3^- do solo

bactérias denitrificantes transformam a amônia em NO_3^-
plantas absorvem tanto NO_3^- quanto amônia
amônia é tóxica para animais e plantas
a assimilação de amônia se dá próxima ao local de absorção

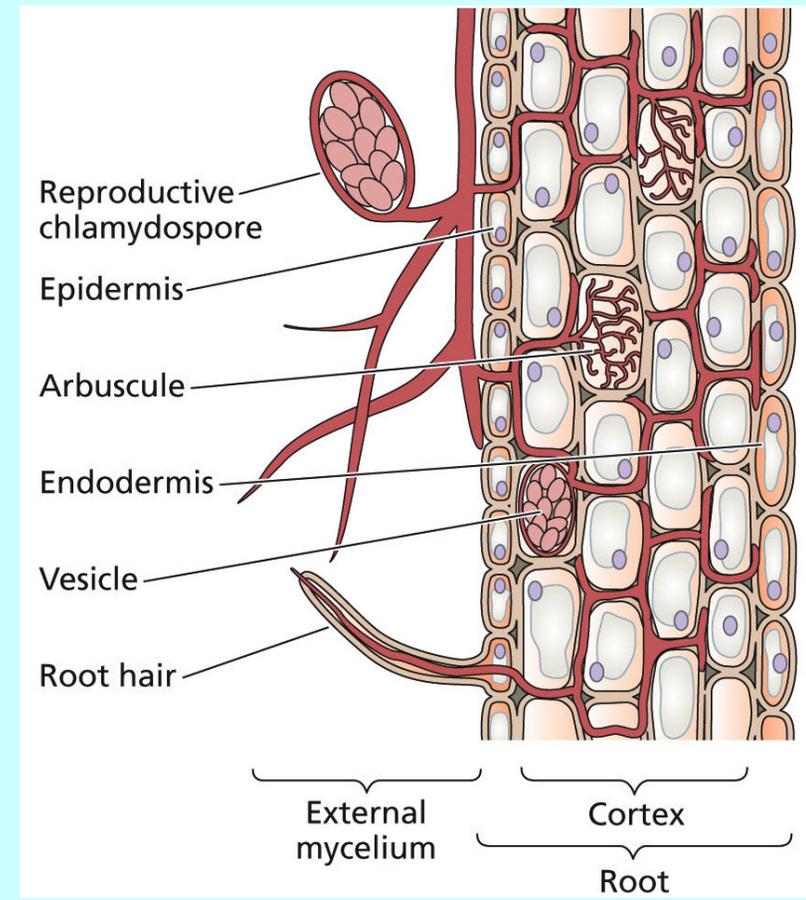


Micorrizas contribuem para a captação de nutrientes do solo pela planta:

ectomicorrizas



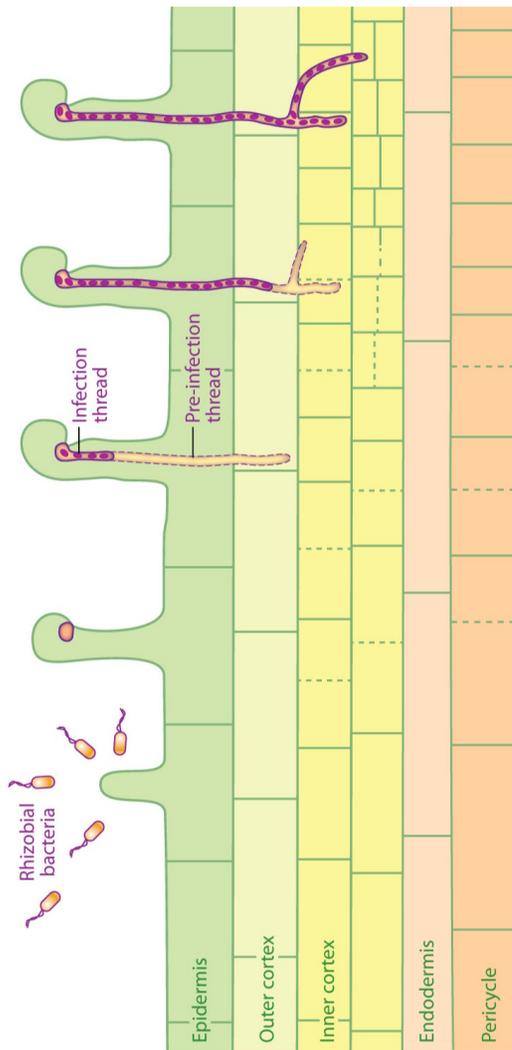
endomycorrizas



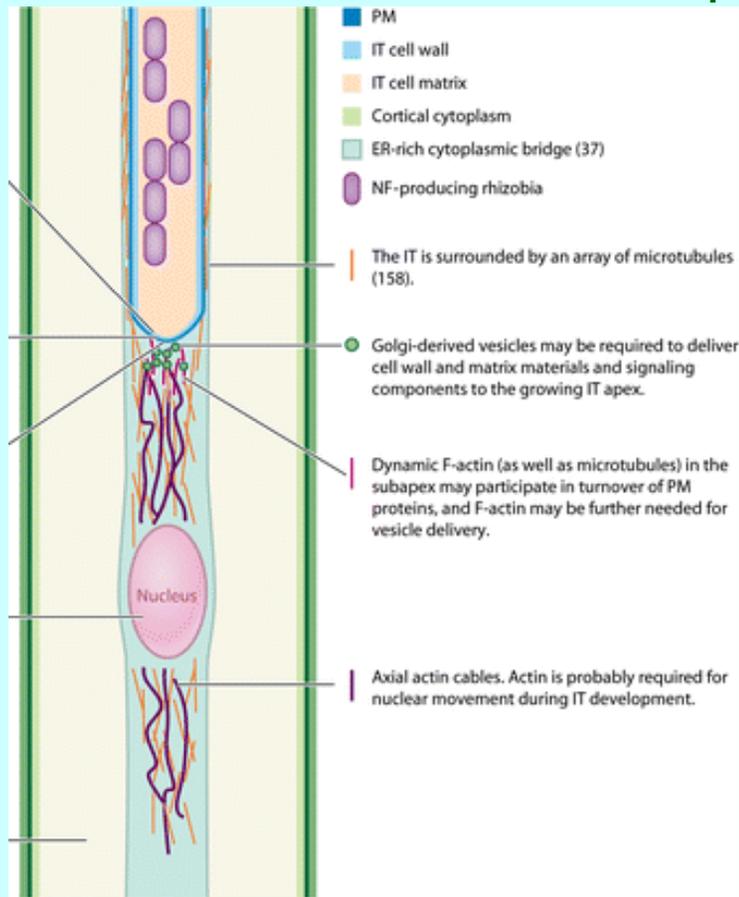
Associação simbiótica de *Rhizobium* com leguminosas

Os organismo formam associação quando N é limitante

o produto da reação, NH_4^+ , é tóxico e logo transformado em amidas¹ ou ureidas² para o transporte via xilema para o resto da planta

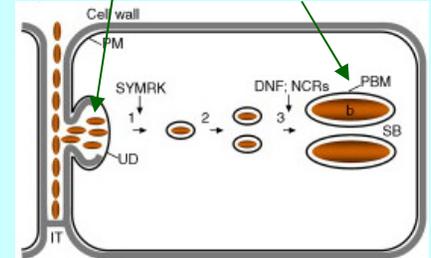


Oldroyd GED, et al. 2011. Annu. Rev. Genet. 45:119–44



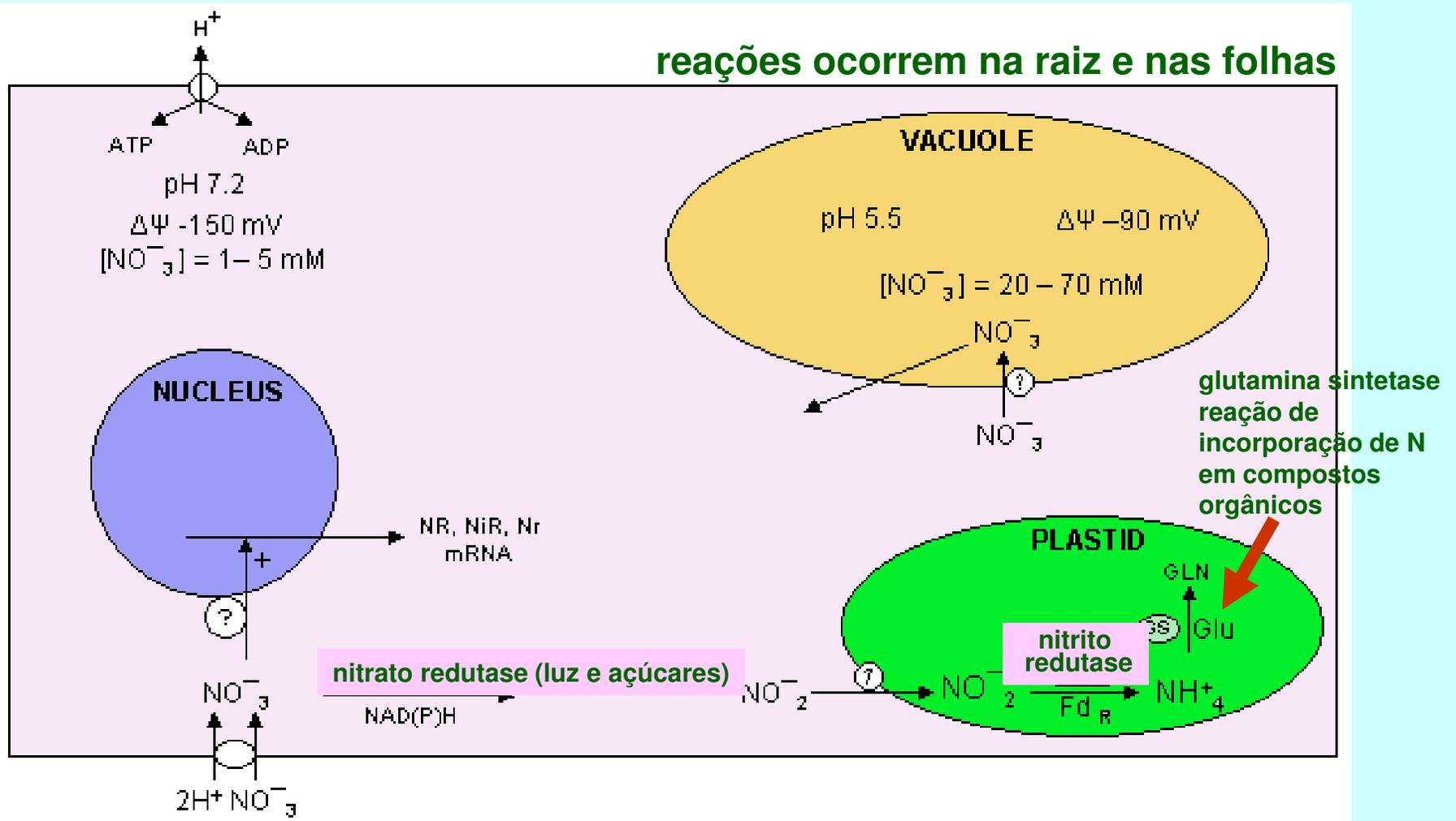
linha de infecção

simbiosomas
fixação de N_2



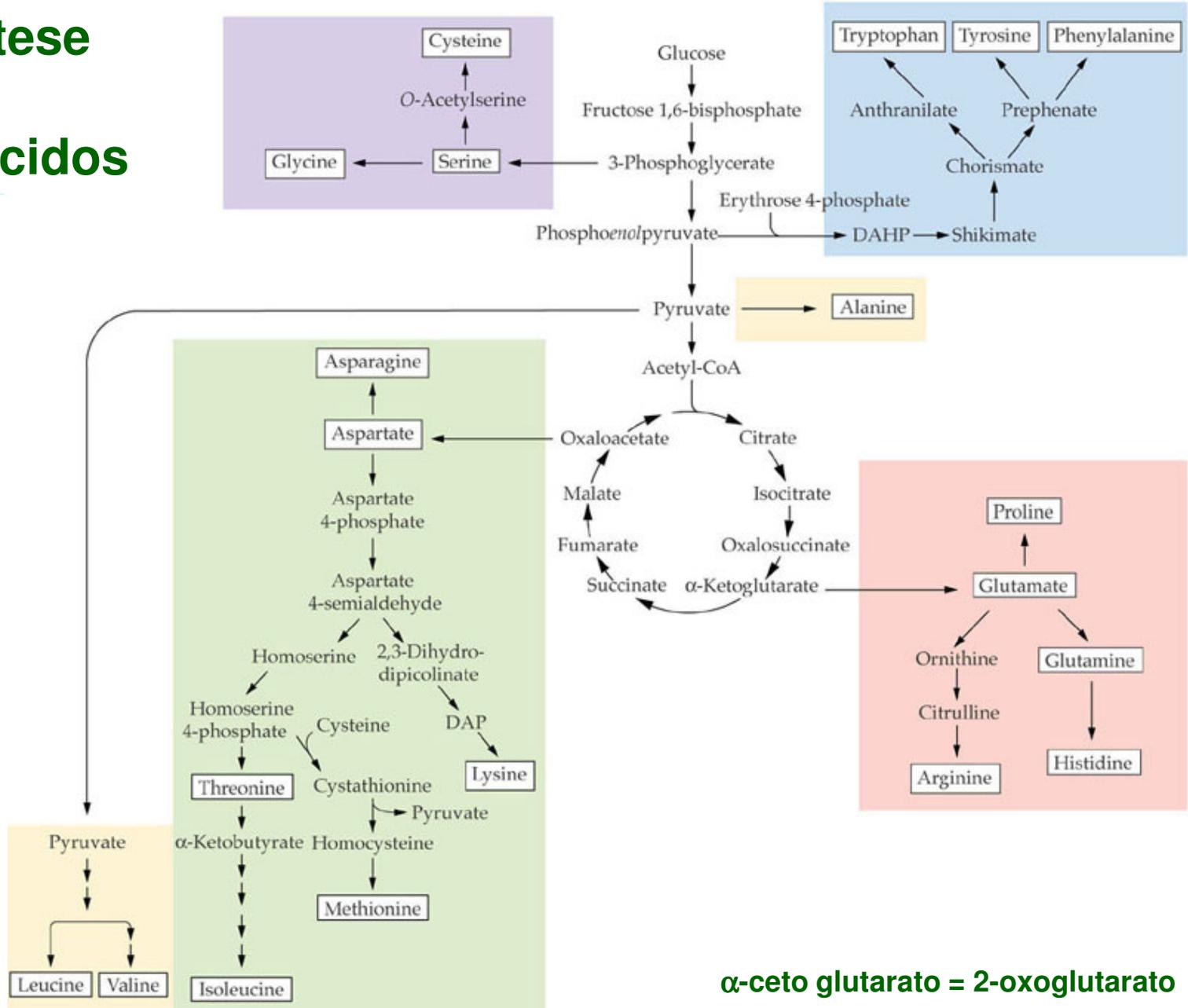
<http://dx.doi.org/10.1016/j.pbi.2010.04.005>

Incorporação do N fixado em compostos orgânicos



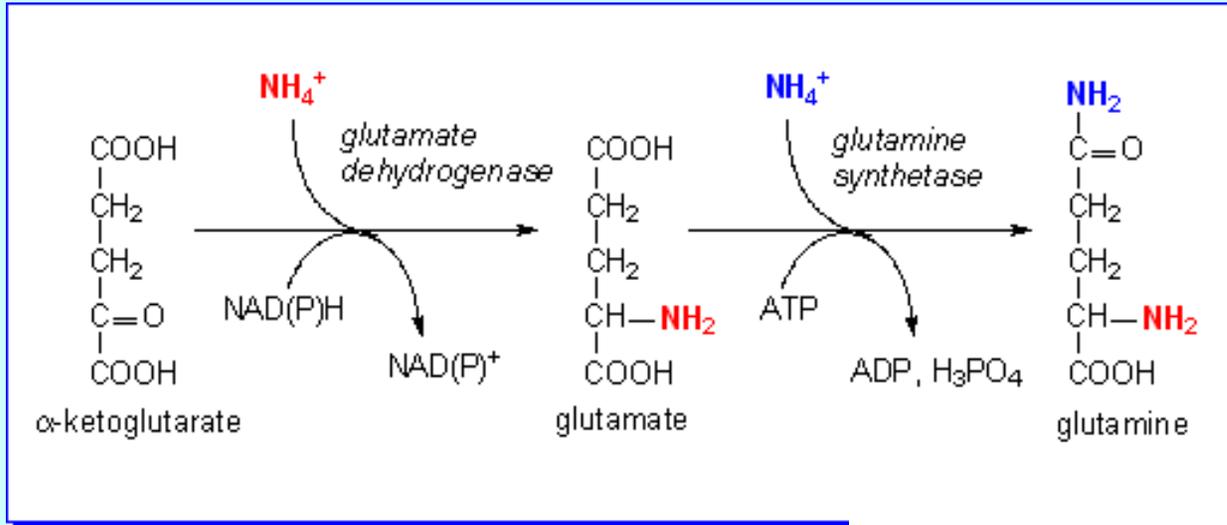
os intermediários do metabolismo de assimilação são altamente tóxicos e sua formação fortemente regulada

Biosíntese de amino ácidos



α-ceto glutarato = 2-oxoglutarato

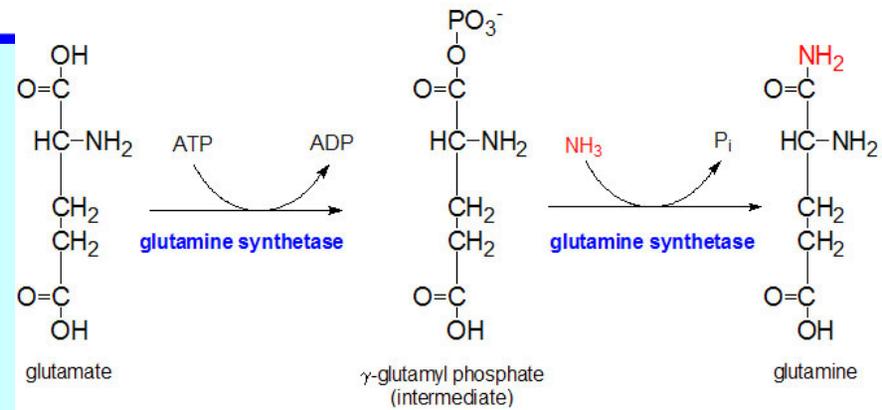
Incorporação do N fixado em compostos orgânicos



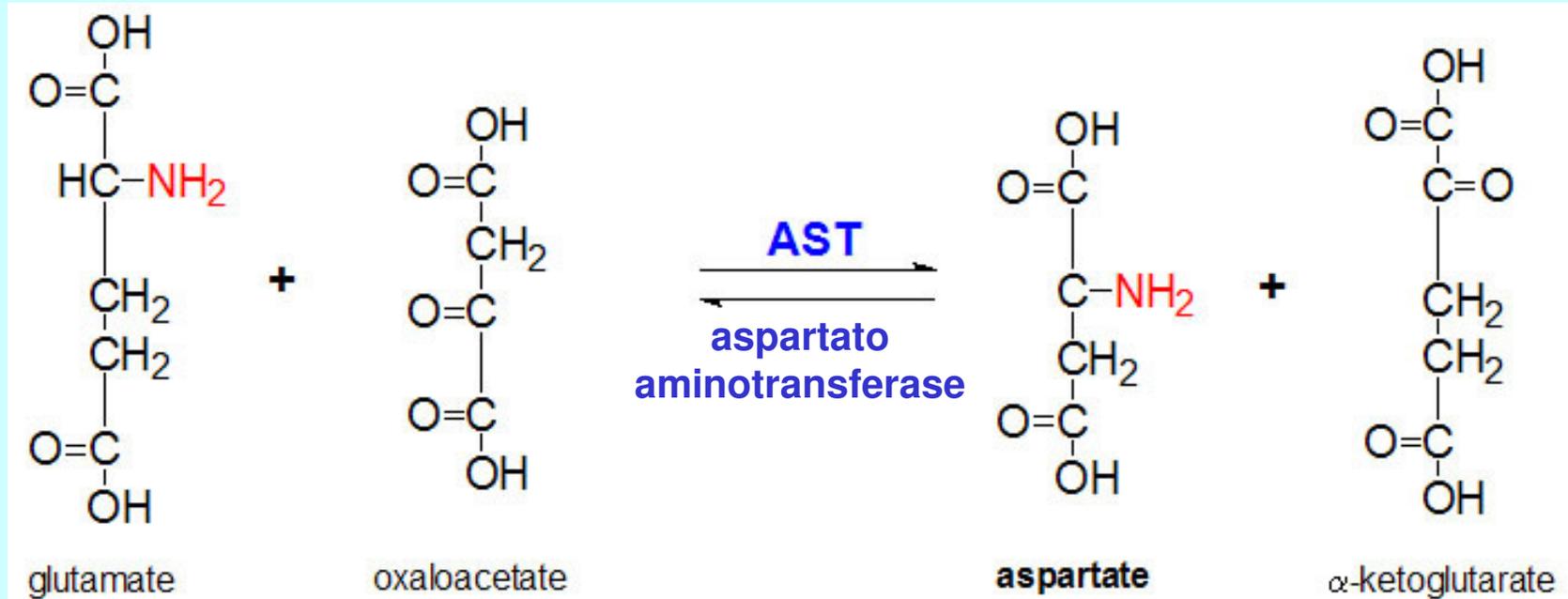
poder redutor e ATP necessários derivados da fotossíntese



esqueleto de C derivado do ciclo de Krebs



Reações de transaminação



O N incorporado no glutamato é transferido para vários outros compostos em reações de transaminação

Literatura indicada

Ashley, K., 2011, A brief history of phosphorus: From the philosopher's stone to nutrient recovery and reuse,

<http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.03.001>

Gilws, E. D., 2011, The Rules of Engagement in the Legume-Rhizobial Symbiosis. Annual Review of Genetics. 15:119-144