

### ***Texto Didático***

***Publicado em LoVE PLANTS CERRADO (Janeiro, 2019)***

## **METABOLISMO DE AMINOÁCIDOS E PROTEÍNAS NAS PLANTAS**

**Autora: Sabrina do Couto de Miranda**

As plantas conseguem sintetizar todos os seus componentes orgânicos a partir de nutrientes inorgânicos. Assim, sintetizam todos os 20 aminoácidos encontrados nas proteínas, são eles: glutamato, glutamina, asparagina, aspartato, alanina, glicina, leucina, isoleucina, prolina, triptofano, metionina, fenilalanina, histidina, tirosina, treonina, valina, lisina, arginina, cisteína e serina, estes últimos apresentam enxofre em sua constituição. A incorporação dos nutrientes inorgânicos em substâncias orgânicas, como pigmentos, cofatores enzimáticos, lipídeos, ácidos nucleicos e aminoácidos é denominada assimilação de nutrientes.

A assimilação de alguns nutrientes como o nitrogênio e o enxofre envolve uma série complexa de reações bioquímicas que estão entre as reações de maior consumo energético dos organismos vivos. Já a assimilação de outros nutrientes, especialmente os macronutrientes e os micronutrientes catiônicos envolve a formação de complexos com compostos orgânicos que são altamente estáveis e a remoção do nutriente do complexo pode resultar em perda total de função. Por exemplo, o magnésio ( $Mg^{2+}$ ) associa-se às clorofilas, o cálcio ( $Ca^{2+}$ ) a pectatos na parede celular, e o molibdênio ( $Mo^{6+}$ ) associa-se a enzimas como a nitrato redutase e a nitrogenase.

As plantas servem como via principal por meio da qual os nutrientes passam do ambiente geofísico mais lento, para o ambiente biológico mais dinâmico. O nitrogênio está presente em muitas formas na biosfera. A atmosfera é o compartimento que abriga a maior quantidade de nitrogênio estando disponível na forma molecular ( $N_2$ ) (cerca de 78% por volume). Na maior parte, esse grande reservatório de nitrogênio não está diretamente disponível para os organismos vivos. A obtenção de nitrogênio da atmosfera requer a quebra de

uma ligação tripla covalente de excepcional estabilidade entre os dois átomos de nitrogênio para produzir amônia ( $\text{NH}_3$ ) ou nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ).

Os processos naturais que fixam o nitrogênio são: relâmpagos, responsáveis por 8% da fixação, gerando o ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) que precipita-se junto com as chuvas; reações fotoquímicas, 2% da fixação natural, entre o óxido nítrico gasoso ( $\text{NO}$ ) e o ozônio ( $\text{O}_3$ ) formando ácido nítrico; e a fixação biológica do nitrogênio, 90% da fixação, onde bactérias e cianobactérias (algas azuis) fixam o  $\text{N}_2$  em amônia ( $\text{NH}_3$ ), esta dissolve-se na água e forma o íon amônio ( $\text{NH}_4^+$ ). Os íons amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) e nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) da solução do solo, gerados pela fixação biológica ou liberados pela decomposição da matéria orgânica, tornam-se alvos de intensa competição entre plantas e microrganismos.

Nas plantas o nitrogênio entra na constituição dos nucleotídeos que compõem os ácidos nucleicos, e nos aminoácidos que formam as proteínas. Na constituição das biomoléculas das plantas o carbono, hidrogênio e oxigênio são mais abundantes do que o nitrogênio.

As raízes das plantas absorvem o nitrato da solução do solo. A conversão do nitrato em nitrito ocorre no citosol via nitrato redutase (apresenta Mo em sua constituição). O nitrito é um íon altamente reativo e potencialmente tóxico, assim é transportado do citosol para o interior dos cloroplastos nas folhas ou para os plastídios nas raízes. Nas organelas a nitrito redutase reduz nitrito a amônio. Para evitar a toxicidade do amônio as células vegetais rapidamente convertem este íon em aminoácidos. A principal rota para essa conversão envolve as ações de duas enzimas: glutamina sintetase e glutamato sintase.

A glutamina sintetase combina o amônio com o glutamato e forma glutamina e a glutamato sintase transfere o grupo amida da glutamina para o 2-oxoglutarato formando duas moléculas de glutamato. Após a sua incorporação em glutamato e glutamina o nitrogênio é incorporado a outros aminoácidos por meio de reações de transaminação, por exemplo, via enzimas aminotransferases que são encontradas no citoplasma, cloroplastos, mitocôndrias, glioxissomos e peroxissomos. Evidências mostram que folhas ou cloroplastos são importantes locais da biossíntese dos seguintes aminoácidos: glutamato, aspartato, alanina, serina e glicina.

Asparagina atua como um componente importante de proteínas e elemento-chave no transporte e armazenamento de nitrogênio devido à sua estabilidade e alta razão N:C. A principal rota de biossíntese envolve a transferência do nitrogênio amida da glutamina para o aspartato. Asparagina sintetase é encontrada no citosol de células de folhas, raízes e nos nódulos que fixam nitrogênio.

O esqueleto de carbono dos aminoácidos é derivado do 3-fosfoglicerato, fosfoenolpiruvato ou do piruvato gerados na glicólise ou ainda do 2-oxoglutarato ou do oxaloacetado formados no ciclo do ácido cítrico (Ciclo de Krebs).

Certas bactérias podem converter o nitrogênio atmosférico em amônio. A maior parte desses procariotos fixadores de nitrogênio vive no solo, geralmente de forma independente. Contudo, vários formam associações simbióticas com plantas superiores, nas quais o procarioto fornece o nitrogênio fixado diretamente para a planta hospedeira em troca recebe outros nutrientes e carboidratos.

No gênero *Gunnera*, nódulos ocorrem em glândulas do caule que se desenvolvem independentemente do organismo simbiote. No caso das leguminosas e das plantas actinorrízicas, as bactérias fixadoras de nitrogênio induzem a formação de nódulos nas raízes. As gramíneas (cana-de-açúcar) também podem desenvolver relações simbióticas com organismos fixadores de nitrogênio, mas, nessas associações, não são produzidos nódulos. Nesse caso, a bactéria fixadora de nitrogênio ancora-se na superfície da raiz, principalmente nas proximidades da zona de alongamento e nos pêlos radiculares, ou vive como endófito, colonizando os tecidos da planta sem causar doença. É importante destacar que a fixação do nitrogênio necessita de condições anaeróbias ou microanaeróbias.

O nitrogênio é um elemento essencial às plantas, entender as rotas de assimilação e fixação deste nutriente é de extrema importância para o manejo dos ecossistemas naturais e sistemas agrários.