



# Los aminoácidos y su interacción con los vegetales

*D. Vicente López Cerezo es Ingeniero Químico por el IQS y se incorpora en calidad de gerente en Proalan, S. A. (empresa de capital español) en 1979*

*Proalan es fabricante de hidrolizados de proteína de origen animal y vegetal, mediante procesos químicos y enzimáticos. Comercializa productos estándar y formulaciones específicas para clientes en diversos mercados. Siempre intentando satisfacer las necesidades de los clientes que necesitan productos de alto valor nutricional. En el mercado agrícola suministra productos con aminoácidos libres a las empresas de agroquímicos. Posee el registro del REACH para sus hidrolizados.*

*La firma Proalan se incorpora a AEFA (Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes) en 1998 y en ella, D. Vicente López participa activamente en el Comité de Trabajo de Bioestimulantes.*

## **Una de las especialidades en agronutrición vegetal incluye a los aminoácidos y proteínas. ¿Qué son?**

Los aminoácidos son moléculas orgánicas compuestas de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. La metionina y la cistina contienen, además, azufre.

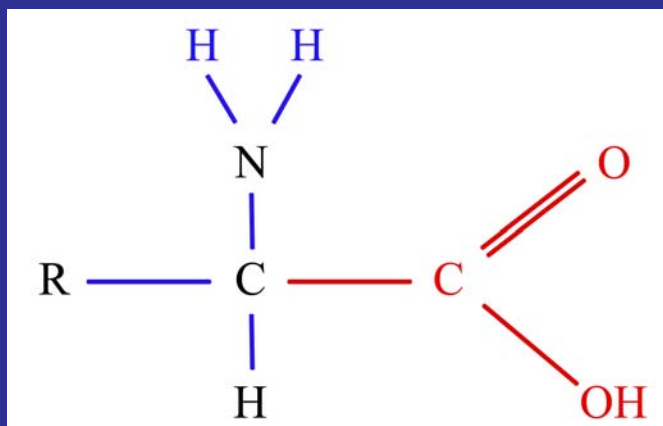
Su nombre se debe a los grupos funcionales que contiene: un grupo amino básico ( $\text{NH}_2$ ) y un grupo carboxilo ácido ( $\text{COOH}$ ) unidos a una cadena carbonada (R).

Se han identificado 20 aminoácidos como formadores de proteínas. La relación cuantificada de cada aminoácido se llama "aminograma".

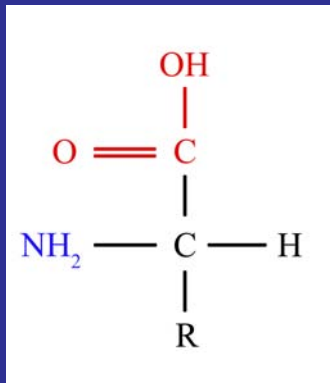
Se han detectado también en los vegetales más de 250 aminoácidos no-proteicos, con funciones fisiológicas, metabólicas, de intermedio funcional, etc.

La presencia de un carbono asimétrico confiere a los aminoácidos la particularidad de que los grupos amino y ácido se pueden situar (espacialmente) en dos posiciones. A estas dos formas se les denomina estereoisómeros; puesto que sus estructuras espaciales son imágenes especulares, no superponibles. A los dos estereoisómeros se les denomina: L y D.

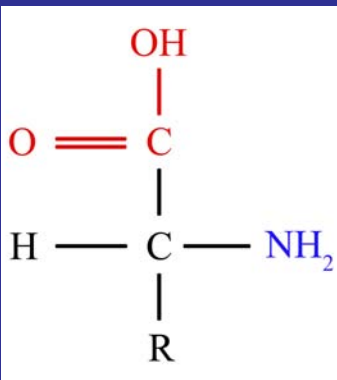
- L. Si la posición del grupo amino se sitúa a la izquierda del grupo hidroxilo del carboxilo. (Figura 2)



(Figura 1)



(Figura 2) L



(Figura 3) D

- D. Si la posición del grupo amino se sitúa a la Derecha. (Figura 3)

Sólo los aminoácidos proteicos "L" son útiles para la formación de las proteínas.

La síntesis de los aminoácidos en las plantas se realiza por cinco vías principales, que se denominan en función del precursor del que derivan:

- ✓ Familia del pirúvato: Alanina, valina y leucina.
- ✓ Familia del oxalacetato: Ac. aspártico, lisina, treonina, metionina e isoleucina.
- ✓ Familia del alfa-cetoglutarato: Ac. glutámico, prolina, hidroxiprolina y arginina.
- ✓ Familia del siquimato: Tirosina, fenilalanina, triptófano e histidina.
- ✓ Familia del ciclo de Calvin: Glicina, serina y cistina.

Existen interacciones metabólicas entre las diferentes familias.

*Las proteínas están constituidas por largas cadenas de aminoácidos proteicos unidos entre sí por un tipo de enlace llamado: "enlace peptídico". El peso molecular o tamaño de las proteínas es muy diverso; existiendo de peso molecular pequeño hasta otras con cifras superiores a los 300.000 Daltons.*

Las diversas proteínas se diferencian entre sí por la cantidad de cada uno de los aminoácidos presentes en su molécula. Los aminoácidos son los mismos en todas las proteínas, la diferencia está en la cantidad de cada uno de ellos. Es decir, en el aminograma.

### ¿Qué es la hidrólisis de proteínas?

La hidrólisis es el proceso químico de rotura de los enlaces peptídicos que unen los aminoácidos de una proteína.

Se llama "hidrolizado" al producto final de un proceso de hidrólisis. Es una mezcla de aminoácidos libres y péptidos de diferente tamaño, en función del proceso de hidrólisis.

La hidrólisis, conforme avanza la rotura de los enlaces peptídicos, genera fracciones de aminoácidos que reciben los siguientes nombres:

- ✓ Peptonas, son las fracciones más grandes.





- ✓ Polipéptidos, son cadenas de más de diez aminoácidos.
- ✓ Péptidos (oligopéptidos), si las cadenas son inferiores a diez aminoácidos.
- ✓ Aminoácidos libres.

La hidrólisis es una reacción química que únicamente incorpora agua; pero, necesita la presencia de un catalizador. El tipo de catalizador o "agente hidrolítico" define la hidrólisis.

### *¿Cuántos agentes son utilizados para la hidrólisis por las empresas?*

La industria tiene la posibilidad de utilizar tres agentes hidrolíticos: ácidos, enzimas y álcalis.

La hidrólisis ácida y la enzimática mantienen la característica "L" de los aminoácidos. La diferencia entre ellas es la capacidad de generar aminoácidos libres.

La hidrólisis ácida puede generar oligopéptidos y una cantidad

grande de aminoácidos libres (en periodos cortos de tiempo).

La hidrólisis enzimática, por la propia naturaleza de las enzimas, puede ser selectiva en la rotura de los enlaces peptídicos. Por ello, genera polipéptidos y la cantidad de aminoácidos libres, depende del tipo de enzima y del tiempo, generalmente, mucho más largo.

La hidrólisis alcalina genera una mezcla **racémica** de aminoácidos libres. Es decir, un 50% de los aminoácidos libres son **L** y el otro 50% son **D**. Esencialmente, una hidrólisis alcalina no se utiliza cuando se busca obtener un hidrolizado de alto valor nutricional.

Científicamente está probado que la hidrólisis ácida y la enzimática mantienen la característica "L" de los aminoácidos libres. Sin querer retroceder más en el tiempo ya en 1950 el Profesor Haurowitz (Professor de Bioquímica de la Universidad de Indiana, Presidente de la Div. Biología

Química de la American Chem. Soc.), en su libro: "Química y Función de las Proteínas" editado en España por Ed. Omega 1969 -1ª Edición, Pág. 26 indica: "La ventaja de la hidrólisis mediante ácidos estriba en que se evita la racemización, con lo que los aminoácidos se obtienen como L-aminoácidos"

### *¿Cuál es la interacción de los aminoácidos con los vegetales?*

La acción de los aminoácidos sobre el organismo vegetal siempre se ha centrado en su acción para ayudarlos a superar situaciones de estrés y situaciones de gran actividad metabólica como las que se producen en las fases de brotación, floración, fructificación, etc.

### *¿Cómo se define el concepto de estrés en las plantas?*

El estrés se sitúa en el cambio de cualquier factor ambiental, que actúe sobre el vegetal afectando a la respuesta bioquímica y fisiológica de los mismos, pudiendo provocar daños y lesiones, ocasionalmente irreversibles.

En general, las situaciones de estrés originan en el vegetal una serie de cambios fisiológicos compensatorios que van encaminados a mantener las condiciones vitales del organismo.

Según Larcher (1987) el estrés es una reacción de presión interna que resulta de fuerzas externas. Hay tres fases en la dinámica del estrés:

- ✓ Alarma. Caracterizada por una reducción de la vitalidad.
- ✓ Resistencia. Respuesta al estrés prolongado en la que el vegetal intenta

adaptarse y readquirir un funcionamiento casi normal.

- ✓ **Agotamiento.** La capacidad adaptativa se ha agotado, provocando perturbaciones metabólicas graves y, en algunos casos, la muerte del vegetal.

El tipo de los factores que afectan a los vegetales divide el estrés en dos grupos.

Uno es el estrés abiótico.

Alteración en el metabolismo celular, inducido por factores no infecciosos como:

- Luz (exceso o falta).
- Temperatura extremas (altas o bajas).
- Agua (falta o exceso).
- Altas concentraciones de iones metálicos  $Al^{+3}$ ,  $Pb^{+2}$  y no metálicos  $Na^+$ .
- Contaminantes atmosféricos  $O_3$ ,  $NO$ ,  $N_2O$ ,  $CO$ .

El otro es el estrés biótico.

Alteración en el metabolismo celular, inducido por factores infecciosos como hongos, bacterias, virus, nemátodos y plantas parásitas, capaces de penetrar y establecer una relación directa con la planta hospedante.

### ***¿Se han publicado muchos artículos científicos sobre la acción de los aminoácidos en los vegetales?***

El inicio del siglo XX corresponde al comienzo de la inquietud investigadora en las Facultades de Fisiología Vegetal sobre la acción de los aminoácidos en los vegetales. Los estudios, en esas fechas, se centran en las funciones nutricionales de los aminoácidos.

El paso del tiempo, orientó las investigaciones, además

de la función principal de los aminoácidos como sustancias nutricionales, hacia el estudio de su papel como colaboradores de los agentes de regulación del metabolismo y crecimiento del de los vegetales en condiciones naturales.

Los años 70 son de una aceptación cada vez más fecunda en el ámbito científico de la acción de los aminoácidos. A partir de mediados de los años 80, si consultamos el "Horticultural Abstracts" e Internet, las citas de estudios aparecen en cantidades crecientes. Además, se abre el objeto de las investigaciones desde la acción de un solo aminoácido, como en los inicios, a la acción de la aplicación de bioestimulantes (a base de hidrolizados de proteínas) que incorporan todos los aminoácidos proteicos. Este hecho es fruto de la constatación de que existen respuestas comprobadas de los vegetales a la aplicación de aminoácidos. Las respuestas de los vegetales no derivan solamente de la carga nutricional que aportan sino que implican la existencia de una acción colaboradora en la regulación del metabolismo y del crecimiento.

### ***Nos puede exponer algunos ejemplos de investigaciones publicadas.***

Una de las primeras investigaciones sobre los efectos de los aminoácidos como colaboradores en la regulación del crecimiento fue realizado por Nickell (1964) en el cultivo de la caña de azúcar. En la implantación de la caña de azúcar existen graves problemas para obtener una buena germinación y un crecimiento inicial rápido, que promuevan una buena cobertura del suelo. Los investigadores ensayaron

diversos reguladores para esta finalidad y observaron una respuesta extraordinaria con la aplicación de arginina. Marezki (1968 y 1969) y Nickell (1969 y 1972) confirmaron el trabajo inicial a nivel celular preparando medios de cultivo con suspensiones de células de caña de azúcar.

Rajagopal (1981) demostró que la prolina promueve un aumento de la resistencia estomática en el haz y en el envés de las hojas con el consiguiente interés en los episodios de estrés hídrico. La respuesta del vegetal es mucho más intensa en la epidermis del envés y en hojas jóvenes.

McCue y Hanson, (1990) y Riquelme et al. (1997), demostraron la calidad como osmoprotector de la prolina para la resistencia a las condiciones de sequía y salinidad.

Parsons (1991), estudió que la acumulación de prolina, bajo el estrés hídrico, alcanza hasta 100 veces y se debe a la síntesis nueva y no a la degradación de las proteínas del vegetal.

Ortega et al. (1999), demostraron la actividad de la prolina en la protección de algunas enzimas frente a una desnaturalización térmica.

El trabajo de Smykov (1984) concluye que la adición de prolina promueve el aumento del cuajado de diversas variedades del manzano.

Bretelet (1985) estudió el efecto de diversos aminoácidos sobre la utilización de nitratos por las raíces, estimulando la actividad de la nitrato reductasa para incrementar la absorción de los nitratos. Estas observaciones fisiológicas pueden tener interés en la mejora económica de la fertilización nitrogenada.

Un ensayo, de tres años de duración, Khrenovskov (1985) demostró que distintos aminoácidos promueven un

umento de la respiración y de la síntesis de pigmentos en los estadios iniciales del desarrollo de los injertos de viña.

López G (2009), estudió los efectos de la alanina y la glicina en la síntesis de la clorofila y de las porfirinas. La arginina estimula el crecimiento de las raíces. La leucina ayuda en la fecundación y amarre del fruto.

En 1986 Lambracht publicó uno de los primeros estudios sobre los efectos de un bioestimulante comercial en diversos cultivos frutales y ornamentales. Las aplicaciones por pulverización aumenta el vigor de las plantas madres de diversas especies ornamentales con el consiguiente incremento en la producción de esquejes. El riego del sustrato de enraizamiento de ornamentales mejora el arraigo y crecimiento de esquejes. La incorporación del bioestimulante a los tratamientos de fungicidas y herbicidas implica una mejor dispersión, penetración y persistencia de los fitosanitarios, en consecuencia se puede reducir las dosis aplicadas.

La pulverización de olivos con arginina aumenta el cuajado de la aceituna sin afectar la abscisión de los frutos jóvenes. Esta fue la conclusión del estudio de Rugini (1986). El tratamiento debe realizarse en plena floración o al inicio de la caída de los pétalos. Así mismo, comporta una disminución del nivel de etileno de las inflorescencias.

Un ensayo de Moustafa (1986) durante tres años en viñas de 12 años, se comprobó que la aplicación de un bioestimulante comportaba un incremento de la producción y de la calidad de la uva.

### ***Esta información científica sobre los aminoácidos en la agricultura ¿cómo ha incidido en el mercado profesional de la agronutrición?***

La derivación clásica que conlleva las investigaciones científicas profundizaron en el interés profesional por la utilización de aminoácidos en el mundo profesional. La nueva orientación se centraba en superar la ya conocida, y utilizada desde antiguo, del aporte en abonado al suelo de materia orgánica proteica para una autodegradación lenta. A finales de los años 70 y principios de los 80 el objetivo era una acción rápida y concreta que produjera unos efectos sensibles en los momentos críticos para la mejora del rendimiento de los cultivos. Se debía proporcionar a los vegetales herramientas que les permitieran resistir y superar situaciones metabólicas adversas en momentos concretos.

Los profesionales, de la industria de agroquímicos, conocedores de los estudios de los investigadores contemplaron lo que el mundo de la nutrición les ofrecía y podía serles útil. La búsqueda se centró en los hidrolizados de proteína como productos con un alto potencial de proporcionar todos los aminoácidos que podrían necesitar los vegetales.

La tecnología de la hidrólisis estaba lo suficientemente desarrollada para poder ofrecer una amplia gama de posibilidades en la oferta de cantidades variables de aminoácidos libres, como materia

activa de los nuevos productos.

La alta formación técnica de los profesionales del sector agrario y su profundo conocimiento de las necesidades metabólicas de los vegetales originó una expansión de la utilización de los fertilizantes con aminoácidos libres como materia activa a mediados de los años 80.

El nivel y profundidad en el consumo de los fertilizantes con aminoácidos libres fue tan grande que la Administración española tiene el privilegio de ser la primera a nivel mundial en reconocer los beneficios de este tipo de fertilizantes y, en consecuencia, reglamentar sus características incorporándolos a la estructura general de fertilizantes autorizados.

A partir de los años 90, las empresas de agroquímicos han introducido en el mercado agrícola una gran cantidad de fertilizantes con aminoácidos libres. Al mismo tiempo, han desarrollado una inmensa docencia de documentación técnica teórica y práctica de ensayos de campo que cubren todas las variedades vegetales en cualquier situación metabólica de su ciclo vegetativo.

*Departamento de comunicación  
de AEFA*

*Valencia a 17 de octubre de 2014*



Para más información:

[www.aefa-agronutrientes.org](http://www.aefa-agronutrientes.org)