

# AMINOÁCIDOS

*José Antonio Franco Leemhui*  
*Dpto. Producción Agraria. Área Producción Vegetal*  
*ETSA. Universidad Politécnica de Cartagena*

## 1. AMINOÁCIDOS

[www.uvademesa.cl](http://www.uvademesa.cl)

### 1.1. AMINOÁCIDOS (HIDROLIZADOS DE PROTEÍNAS)

#### 1.1.1. DEFINICIÓN

Cuando se realiza la hidrólisis controlada de proteínas, se obtiene un equilibrio entre aminoácidos en forma libre y péptidos (moléculas formadas por varios aminoácidos) que confiere al hidrolizado una importante propiedad biocatalizadora de ciertas reacciones enzimáticas, activando la síntesis de fitohormonas, así como un significativo papel como nutriente directo.

Los aminoácidos libres y péptidos de muy bajo peso molecular son sustancias nutritivas de fácil absorción y asimilación tanto por vía foliar como radical, transportándose a los órganos del vegetal, como brotes, flores y frutos, en los que existe una mayor demanda debido a su actividad (Franco 1989), donde son utilizados como sillares con los que la planta sintetiza sus propias proteínas, ahorrándose una serie de procesos metabólicos consumidores de energía que serían necesarios para la elaboración de los aminoácidos a partir del nitrógeno amoniacal o nítrico.

#### 1.1.2. HIDRÓLISIS DE PROTEÍNAS

Los tejidos y órganos de origen animal, ricos en proteínas, se pueden hidrolizar con ácido clorhídrico o sulfúrico, bajo ciertas condiciones de presión y temperatura, para obtener los aminoácidos en forma libre y peptídica. Bajo condiciones de hidrólisis muy agresivas, parte de los aminoácidos llegan a perderse como amoníaco, o a sufrir un proceso de racemización (cambio de configuración levógira, preferentemente la utilizable por la planta, a configuración dextrógira), por ello los procesos de fabricación modernos se realizan bajo condiciones de hidrólisis controlada, que evita los problemas citados aunque hace aumentar en el producto final la proporción de polipéptidos de elevado peso molecular que no pueden ser absorbidos directamente por el vegetal. También se utilizan sistemas de

fabricación basados en la hidrólisis enzimática a bajas temperaturas. Con este proceso se evita la descomposición a amoníaco así como la racemización.

La composición aminoacídica de los hidrolizados proteicos se puede determinar con gran exactitud mediante técnicas basadas en la Cromatografía de Líquidos de Alta Resolución (HPLC). La Figura 1 representa un típico aminograma de un hidrolizado proteico; mostrándose en la Tabla 1, para los distintos aminoácidos, los rangos de porcentaje que suelen presentar en dichos hidrolizados. Se observa una mayor proporción de los aminoácidos neutros, entre los que destacan en gran cantidad: prolina, hidroxiprolina y glicina, siendo glicina y alanina los que más abundan en forma libre.

## 1.2. PAPEL DE LOS AMINOÁCIDOS EN LA PLANTA

Determinados aminoácidos, como prolina e hidroxiprolina, juegan un papel esencial en el equilibrio hídrico de la planta, especialmente cuando se ve sometida a condiciones climáticas desfavorables, al fortalecer las paredes celulares (Curvetto *et al.*, 1986). De igual forma, el incremento de las cantidades de prolina en el citoplasma y paredes celulares tiene un efecto favorable frente al shock osmótico en condiciones culturales de salinidad (Eberhardt y Wegmann, 1989).

Ha sido demostrado que la prolina influye sobre la fecundidad del polen al incrementar su porcentaje de germinación (Zhang y Croes, 1983), igualmente es conocido el importante papel que tienen algunos aminoácidos, como metionina, ornitina, arginina y lisina, como precursores de la síntesis de poliaminas (Yang y Hoffman, 1984), las cuales intervienen en la regulación de procesos fisiológicos fundamentales, desde la germinación y senescencia floral hasta la maduración del fruto (Smith, 1985).

La glicina es un metabolito fundamental, utilizado para la formación de las hojas, siendo el primer eslabón de la ruta biosintética de la clorofila (Franco, 1989).

## 1.3. APLICACIÓN DE LOS AMINOÁCIDOS EN HORTICULTURA INTENSIVA

La utilización de aminoácidos, en sus formas libre y peptídica, como activadores de importantes fases del desarrollo, como reactivadores del crecimiento vegetativo ante accidentes fisiológicos o estreses abióticos, así como complemento en los tratamientos con elementos minerales, contribuyendo a su mejor asimilabilidad y translocación, se considera cada vez de mayor interés en las prácticas de cultivo actuales en horticultura intensiva.

Se han realizado experiencias en las que se combina el aporte de aminoácidos con micronutrientes, observándose que se forman quelatos, al mismo tiempo que los aminoácidos favorecen la permeabilidad de la membrana celular, obteniéndose una mayor eficacia en la fertilización. El movimiento de los citados quelatos a través del sistema vascular ha sido estudiado por Mullins *et al.* (1986). De esta forma, Nusimovich *et al.* (1989) obtuvieron un aumento en el rendimiento de hasta un 14% en el cultivo de tomate de invernadero mediante la aplicación foliar de micronutrientes junto a aminoácidos obtenidos por hidrólisis enzimática (Tabla 2). De igual modo, se han estudiado los efectos de la aplicación foliar de un producto obtenido por hidrólisis ácida en condiciones controladas sobre el cultivo de brócoli, obteniéndose un incremento de producción por aumento de peso de la pella principal y, sobre todo, por un mayor vigor en los rebrotes (Tabla 3).

La utilización en fertirrigación de los hidrolizados proteicos, además de suponer una fuente de metabolitos básicos fácilmente absorbible por el sistema radical, contribuye a la activación de la microflora y microfauna del suelo, responsable de los procesos de humificación y de la movilización de elementos nutritivos. En ensayos realizados sobre lechuga *Iceberg* con un hidrolizado de proteínas con el 13,2% de aminoácidos en forma libre (Franco *et al.*, 1989), se obtuvieron respuestas positivas en cuanto al aumento del rendimiento, tanto por aumento del peso de las plantas (Tabla 4), como por el mayor porcentaje de acogollado (Figura 2).

El fortalecimiento de las paredes celulares, al que contribuyen aminoácidos como prolina e hidroxiprolina, confiere al vegetal mayor resistencia a las heladas, al soportar mejor sus células la presión ejercida por los cristales de hielo que se forman en el citoplasma; además, un aporte de aminoácidos puede facilitar a la planta seguir sintetizando proteínas cuando la actividad fotosintética queda ralentizada por las bajas temperaturas.

En cultivos afectados por accidentes climatológicos (heladas, pedrisco, sequía, etc.) cuya superficie foliar resulta mermada y sus tejidos parcial o totalmente dañados, la aplicación de aminoácidos puede ser un método apropiado de reactivar a la planta por suponer un suministro directo de nutrientes que fáciles de metabolizar, evitándose un mayor consumo de energía que la planta no está en condiciones de aportar. En esta línea, el tratamiento con un hidrolizado proteico sobre plantas de patata posteriormente a una helada (Tabla 5) contribuyó a la rápida recuperación de la planta, obteniéndose un substancial incremento en la producción temprana (Franco *et al.*, 1989).

## 1.4. APLICACIÓN DE HIDROLIZADOS DE PROTEÍNAS BAJO CONDICIONES SALINAS

### 1.4.1 EFECTOS DE LA SALINIDAD EN LOS CULTIVOS HORTÍCOLAS

En las distintas explotaciones agrícolas de numerosas zonas del Sureste y Sur español, donde se utilizan aguas de elevado contenido salino, es habitual que se produzcan pérdidas productivas y problemas patológicos de consideración debidos a la incidencia de efectos fisiológicos y nutricionales causados por la salinidad.

Existe abundante información describiendo los efectos fisiológicos y bioquímicos inducidos por las sales. Así, el estrés salino puede ocasionar distintos daños a las plantas, pero en general altos niveles de sales solubles en el medio radical afectan al desarrollo de las plantas de tres formas:

- Provocando un estrés hídrico en la planta al disminuir el potencial hídrico del medio (efecto osmótico).
- Por la absorción de iones salinos específicos que pueden determinar, su acumulación en concentraciones que lleguen a ser tóxicas (toxicidad iónica específica), y por otra, la inducción de desequilibrios nutricionales (efecto nutricional).
- Produciendo diferentes alteraciones metabólicas.

### 1.4.2. ADAPTACIÓN DE LAS PLANTAS AL ESTRÉS SALINO

Aunque existe una gran similitud en las respuestas y mecanismos de adaptación que experimentan las plantas frente al estrés hídrico y frente a las sales, las diferencias también son notables. La diferencia fundamental se establece en la posibilidad que tiene la planta en un medio salino de aprovechar los iones presentes en el suelo para su osmorregulación, mientras que en el estrés hídrico el ajuste osmótico se origina mayoritariamente a partir de solutos producidos en el interior de la planta (Hsiao *et al.*, 1976, Franco *et al.*, 1997c).

La disminución del potencial osmótico como consecuencia de la osmorregulación puede permitir el mantenimiento de la turgencia celular, ya que la absorción y transporte de sales a los tejidos vegetales puede permitir a la planta disminuir su propio potencial hídrico por debajo del correspondiente al medio radical. Con ello se evita la muerte y se permite un cierto crecimiento, aunque éste no mantiene los niveles normales, ya que los iones salinos absorbidos pueden ejercer, al sobrepasar un cierto nivel, un efecto tóxico. Esta posible osmorregulación a partir de los iones presentes en el medio es más rentable

energéticamente que a partir de la síntesis de solutos orgánicos (Wyn Jones, 1981), esto explicaría el mayor grado de incidencia del estrés hídrico sobre el crecimiento y las relaciones hídricas de la planta.

Los iones absorbidos se acumulan en la vacuola produciéndose una disminución del potencial osmótico. La acumulación de azúcares totales, especialmente glucosa, por efecto de un bloqueo de la glicolisis de sacarosa, procedente de la hidrólisis de almidón u otros citosolutos como polioles (Gimler y Moller, 1981) y ácidos orgánicos, también puede contribuir a regular el potencial osmótico citoplasmático. En el citoplasma se realiza la acumulación de solutos compatibles (Franco *et al.*, 1993a), los cuales son capaces de alcanzar altas concentraciones sin alterar los enzimas o el metabolismo. Esta clase de compuestos incluye prolina, sorbitol y varios compuestos cuaternarios de amonio como la glicina betaína (Steward y Lee, 1974). La prolina ha merecido una especial atención como citosoluto en la adaptación a la salinidad de algunas plantas superiores (Guerrier, 1989). Así, Yancey *et al.* (1982) indican que los menores niveles de prolina en las plantas tratadas con NaCl pueden deberse a una menor necesidad para realizar osmorregulación. En este sentido, Torrecillas *et al.* (1987) encontraron que plántulas de trigo bajo estrés hídrico moderado presentan un mayor contenido de aminoácidos libres que las plántulas crecidas en disoluciones isotónicas de NaCl.

Por otro lado, se han caracterizado diversas alteraciones metabólicas inducidas por la presencia de sales en el medio; así, Klyshev y Rakova (1964) indican que el NaCl disminuye la síntesis de proteínas e incrementa su hidrólisis en algunas plantas cultivadas. Shaddad (1990) observó en rábano, que la presencia de sales disminuye el contenido total de azúcares y proteínas y aumenta de forma considerable el contenido de aminoácidos libres, especialmente la prolina. Aunque en numerosos trabajos se describe una clara interferencia de la salinidad con la síntesis de proteínas, no hay una comprensión clara de como se relacionan estos efectos con la reducción del desarrollo. En algunos casos se ha demostrado que plantas bajo estrés salino acumulan metabolitos secundarios del nitrógeno derivados del catabolismo de los aminoácidos, tales como diaminas y alcaloide. Estos datos sirven para atribuir a la acumulación de prolina, acaecida en muchas plantas resistentes a la salinidad, un efecto beneficioso (Stewart y Lee, 1974). El acúmulo de prolina puede inducir un ajuste osmótico permitiendo a la planta superar el déficit hídrico. También la acumulación de aminoácidos, sobre todo en los órganos de crecimiento vegetal (yemas, brotes, hojas es un mecanismo presente en la mayoría de especies vegetales sometidas a estrés salino (Buhl y Stewart, 1983).

### 1.4.3. EMPLEO DE AMINOÁCIDOS EN SITUACIONES DE ESTRÉS SALINO

La aplicación de aminoácidos puede potenciar estos mecanismos naturales que posee la planta para resistir la salinidad, dotándola de aminoácidos fácilmente translocables; además, puede incrementar la velocidad de respuesta de la planta frente a estas condiciones ya que no ha de invertir tiempo en crear estos aminoácidos imprescindibles en estas circunstancias (Franco, 1998).

La aparición de fisiopatías debidas a la deficiencia de Ca ("blossom-end rot" en tomate y pimiento, "tip-burn" en lechuga y col china, y "corazón negro" en apio) están relacionadas con una disminución en la absorción y translocación del Ca debida, entre otras causas, a una excesiva salinidad en la solución del suelo, siendo mayor la incidencia de la fisiopatía cuando el contenido de Ca en dicha solución es menor (Borkowsky, 1984; El-Gizawy y Adams, 1986; Marschner, 1986), si bien se ha advertido que dichas fisiopatías se manifiesta en condiciones de elevada salinidad incluso cuando se aportan las necesidades totales de Ca (Adams y Ho, 1985). De hecho, las aplicaciones de Ca en forma de yeso al inicio del cultivo de tomate, bajo condiciones salinas (Gárate *et al.*, 1991) o bajo distintos regímenes hídricos (Mohamed *et al.*, 1989), no llegan a eliminar totalmente la aparición de blossom-end rot; igual sucede con las aportaciones de yeso en manzano con el fin de corregir el "biterpit".

Los hechos descritos han sido explicados por la limitada capacidad de las plantas para regular la distribución interna del Ca, fundamentalmente hacia los órganos de baja transpiración y rápido crecimiento como los frutos y las hojas interiores (Marschner, 1986), regulación que se ve beneficiada en las condiciones de baja transpiración de la planta que se dan al existir una elevada humedad relativa ambiental (Aikman y Houter, 1990; Holder y Cockshull, 1990), principalmente durante el período oscuro (Tachibana, 1991), en las que se favorece el flujo xilemático hacia los órganos de baja transpiración. En estas condiciones, el flujo de agua y Ca en el xilema está determinado únicamente por la presión radical, que puede verse notablemente disminuida por una elevada salinidad de la solución del suelo (Bradfield y Guttridge, 1984), factor que en este caso es determinante de la aparición de las fisiopatías, y que se puede ver potenciado por la inhibición de la absorción del Ca en presencia de una elevada concentración de Mg (Marcar, 1986), lo que es frecuente en las aguas de riego procedentes de pozo en el Sureste español.

Por otro lado, la utilización de productos constituidos por aminoácidos y péptidos de bajo peso molecular, como complemento de la fertilización con elementos minerales y como reguladores del equilibrio hídrico de la planta, es una práctica agrícola bastante

extendida en la actualidad (Franco y Vázquez, 1991). Aminoácidos tales como prolina, asparagina y GABA pueden jugar un papel importante en el ajuste osmótico de la planta en condiciones culturales de salinidad, proceso que es generalmente considerado como una respuesta adaptativa al estrés osmótico (Morgan, 1984). La prolina ha merecido una especial atención como citosoluto en la adaptación a la salinidad de algunas plantas superiores (Shaddad, 1990). La acumulación rápida de este aminoácido en el citoplasma y paredes celulares es una de las consecuencias metabólicas más notables del estrés salino (Eberhardt y Wegmann, 1989), sin embargo, no es el único osmótico orgánico que se sintetiza rápidamente en respuesta a la salinidad, existiendo evidencia de que la adaptación osmótica está ligada en la mayor parte de los casos a variaciones en el contenido total de aminoácidos libres (Polgakoff-Myber, 1982).

Los aminoácidos libres y péptidos de muy bajo peso molecular pueden ser fácilmente absorbidos por el sistema radicular de las plantas y transportados a los órganos del vegetal en los que existe una mayor demanda (Kato *et al.*, 1985) por lo que su aplicación puede ser considerada como un procedimiento adecuado para incrementar la resistencia natural de los cultivos en condiciones salinas. En recientes estudios sobre el crecimiento en semillero de melón *Galia* en condiciones salinas (Franco *et al.*, 1993b; 1995), se ha comprobado que la aplicación de un hidrolizado enzimático de proteínas tiene un efecto positivo sobre el desarrollo, tanto aéreo (Figura 3) como radical (Tabla 6), de la planta.

Por otro lado, se han realizado experiencias en las que se combina el aporte de aminoácidos con elementos minerales, observándose que se forman quelatos que se translocan por el sistema vascular (Mullins *et al.*, 1986) al mismo tiempo que los aminoácidos favorecen la permeabilidad de la membrana celular, obteniéndose una mayor eficacia en la fertilización.

En esta línea, ha sido estudiado (Franco *et al.*, 1994) el efecto del aporte de Ca (en forma de yeso) al sustrato sobre la incidencia de "blossom-end rot" en tomate cultivado en riego por goteo con agua salina, y, en las mismas condiciones, el efecto de la aplicación mediante fertirrigación de un hidrolizado de proteínas sobre la efectividad del aporte de Ca descrito. Los resultados demuestran que el aporte de yeso se mostró como un método sólo relativamente eficaz para el control de "blossom-end rot", logrando, en el mejor de los casos, un 50% en la reducción de su incidencia; mientras que la aplicación del hidrolizado de proteínas mediante fertirrigación se mostró como un claro potenciador del control de la incidencia de la fisiopatía, llegando a inducir, en algún caso, la total desaparición de frutos afectados. El aporte del hidrolizado hizo aumentar en un 6% el contenido total de aminoácidos en el fruto, principalmente prolina (15%) y alanina (11%); igualmente hizo

augmentar el contenido de Ca, encontrándose una correlación altamente significativa entre la incidencia de "blossom-end rot" y el contenido conjunto de Ca y prolina en fruto (Figura 4). Igualmente, se ha comprobado (Tabla 7) que las aplicaciones conjuntas de aminoácidos con Ca y B, tanto vía foliar como mediante fertirrigación, han sido mucho más efectivas en el control de la mencionada fisiopatía que las aplicaciones, foliares y en fertirrigación, de nitrato cálcico (Franco *et al.*, 1997a). Dicha diferencia en efectividad fue más notable en las aplicaciones foliares (Franco *et al.*, 1997b).

Por último, aunque es conocido que el desarrollo radical es seriamente afectado por la salinidad existente en el suelo, este efecto ha sido bastante menos estudiado que el que la salinidad produce en la parte aérea de las plantas. Este hecho está provocado, sin duda, por la dificultad para estudiar las raíces en condiciones de campo, debido a las limitaciones y laboriosidad del acceso para su observación, sobre todo en los estudios de dinámica radical, que requieren sucesivas medidas en el mismo sitio, lo que no es posible mediante las habituales técnicas de muestro. El uso de minirrizotrones (Franco *et al.*, 1995) sí permite la observación directa y periódica de las raíces, posibilitando un estudio exhaustivo de del posible efecto beneficioso de la aplicación de aminoácidos en el desarrollo de las raíces, efecto que ha sido comprobado (Figura 5, Tabla 6) en cultivos en condiciones salinas de lechuga y melón (Franco *et al.*, 1989; 1993b).

## 1.5. BIBLIOGRAFÍA SOBRE AMINOÁCIDOS

- Adams, P. y Ho, L.C., 1985. Two disorders but one cause. *Grower*, 103: 17-27.
- Aikman, D.P. y Houter, G., 1990. Influence of radiation and humidity on transpiration: Implications for calcium levels in tomato leaves. *J. Hortic. Sci.*, 65: 245-253.
- Blanco, D., Picinelli, A.M., Gutiérrez, M.D. y Mangas, J.J., 1990. Determination of amino acids in apple extracts by high performance liquid chromatography. *Chromatographia*, 29: 155-160.
- Borkowski, J., 1984. Study on the calcium uptake dynamic by tomato fruits and blossom-end rot control. *Acta Hortic.*, 145: 222-229.
- Bradfield, E.G. y Guttridge, C.G., 1984. Effects of night-time humidity and nutrient solution concentration on the calcium content of tomato fruit. *Scientia Hortic.*, 22: 207-217.
- Buhl M.B., Stewart C.R., 1983. Effects of ClNa on proline synthesis and utilization in excised barley leaves. *Plant Physiology*, 72 (3): 664-667.
- Curvetto, N.R., Delmastro, S.E., Brevedan, R.E., 1986. Epidermal abscisic acid as detected by immunofluorescence. Effect of proline. *Plant Cell Physiol.*, 27: 1416-1474.

- Eberhardt, H.J. y Wegmann, K., 1989. Effects of abscisic acid and proline on adaptation of tobacco callus cultures to salinity and osmotic shock. *Physiol. Plant.*, 76: 283-288.
- El-Gizawy, A.M. y Adams, P., 1986. Effect of temporary calcium stress on the calcium status of tomato fruit and leaves. *Acta Hortic.*, 178: 37-43.
- Franco, J.A., 1989. Utilización de hidrolizados proteicos en horticultura. *Horticultura*, 52: 60-64.
- Franco, J.A., 1998. Efectos de la aplicación de hidrolizados de proteínas (aminoácidos) en cultivos hortícolas bajo condiciones salina. *Agrícola Vergel*, 197: 268-273.
- Franco, J.A., Abrisqueta, J.M. y Hernansaez, A., 1995. Root development of almond rootstocks in a young almond orchard under trickle irrigation as affected by almond scion cultivar. *J. Horti. Sci.*, 70: 597-607.
- Franco, J.A., Bañón, S. y Madrid, R., 1994. Effects of a protein hydrolysate applied by fertigation on the effectiveness of calcium as a corrector of blossom-end rot in tomato cultivated under saline conditions. *Sci. Hortic.*, 57: 283-282.
- Franco, J.A., Esteban, C. y Rodríguez, C., 1993a. Effects of salinity on various growth stages of muskmelon cv. *Revigal. J. Horti. Sci.*, 68: 899-904.
- Franco, J.A., Hernández, F.J. y Hernández, D., 1989. Respuesta de la lechuga tipo Iceberg al tratamiento con aminoácidos vía radicular. *Agrícola Vergel*, 86: 85-86.
- Franco, J.A., Hernández, F.J. y Hernández, D., 1989. Recuperación de cultivos de patata afectados por helada mediante la aplicación de aminoácidos. *Horticultura*, 46: 82-84.
- Franco, J.A.; Durán, A. y Pérez-Saura, P.J., 1997a. Corrección de "blossom-end rot" en el cultivo de tomate en condiciones salinas mediante la aplicación de distintas fuentes de calcio. *Actas de Horticultura*, 16: 256-261.
- Franco, J.A., Pérez-Saura, P.J. y Durán, A., 1997b. Effect on Yield and Incidence of Blossom-end Rot of foliar application of calcium products on tomato cultivated in saline conditions. *HortScience*, 32: 475.
- Franco, J.A., Pérez-Saura, P.J. y Durán, A., 1997c. Efecto del estrés hídrico en la incidencia de necrosis apical en el cultivo de tomate en condiciones salinas. *Agrícola Vergel*, 186: 356-361.
- Franco, J.A., Rodríguez, C. y Esteban, C., 1993b. Crecimiento en semillero de melón Galia en condiciones salinas. Efecto de la aplicación de un hidrolizado enzimático de proteínas. II Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas. *Actas de Horticultura*, 10(2): 1424-1429.
- Franco, J.A. y Vázquez, A., 1991. Uses of refuses of animal tissues for the obtainment of a hydrolysed product applicable through fertigation in horticulture. *Proceedings of the I Congreso Internacional de Química de la ANQUE, "Solid and liquid wastes: Their best destination"*, Tenerife, 1990, Vol. 2: 343-348.

- Gárate, A., del Barrio, A.I. y Peñalosa, J.M., 1991. Influence of calcium supply on blossom-end rot incidence in tomato plant. *Agrochimica*, 35: 356-361.
- Gimmler, H., Moller, J.C., 1981. Salinity-dependent regulation of starch and glycerol metabolism in *Dunaliella parva*. *Plant Cell Environ.*, 4: 367-375.
- Girdhar, I.K. y Yadav, J.S.P., 1982. Effect of different Mg/Ca ratios and electrolyte concentrations in irrigation water on the nutrient content of wheat crop. *Plant Soil*, 65: 63-71.
- Guerrier, G., 1989. Interet, principes et problemes poses lors de l'obtention de plantes adaptees au NaCl. *Rev. Cyt. Veg. Bot.*, 12: 3-15.
- Holder, R. y Cockshull, K.E., 1990. Effects of humidity on the growth and yield glasshouse tomatoes. *J. Hortic. Sci.*, 65: 31-39.
- Hsiao, T.C., Acevedo, F., Fereres, E., Henderson, D.W., 1976. Stress metabolism, water stress, growth, and osmotic adjustment. *Phitos. Trans. R. Soc. London*.
- Kato, T., Yamagata, M. y Tsukuhara, S., 1985. Upward translocation of <sup>14</sup>C-amino compounds in xylem and phloem of citrus trees (*Citrus unshiu* Marc.). *J. Jpn. Soc. Hortic. Sci.*, 54: 163-170.
- Klyshev, L., Rakova, N., 1964. Effect of salinization of the substrate on the protein composition of the roots in pea shoots. *Tr. Bot. Inst. Akad. Nauk. Kaz.*
- Marcar, N.E., 1986. Effect of calcium on the salinity tolerance of Wimmera ryegrass (*Lolium rigidum* Gaud., cv. Wimmera) during germination. *Plant Soil*, 93: 129-132.
- Marschner, H., 1986. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, London, 674 pp.
- Mohamed, A.A.K., Hanna, K.R. y Omar, K.A., 1989. Effect of soil water regime and calcium level on growth, yield and blossom-end rot incidence of tomato plant (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Mesopot. J. Agr.* 21: 65-78.
- Morgan, J.M., 1984. Osmoregulation and water stress in higher plants. *Annu. Rev. Plant Physiol.*, 35: 299-319.
- Mullins, G.L., Sommers, L.E. y Housley, T.L., 1986. Metal speciation in xylem and phloem exudates. *Plant Soil*, 96: 377-391.
- Munns, R., Weir, R., 1981. Contribution of sugars to osmotic adjustment in elongating and expanding zones of wheat leaves during moderate water deficits at two light levels. *Aust. J. Plant Physiol.*, 8: 93-105.
- Nusimovich, A.D., Gomis, P., Avila, Ll., Escaich, J., 1989. Efectos de la absorción foliar de aminoácidos obtenidos por vía enzimática y nutrientes en cultivo de tomate. *Agrícola Vergel*, 85: 47-48.
- Poljakoff-Mayber, A., 1982. Biochemical and physiological responses of higher plants to salinity stress. In: *Biosaline research: A look to the future*. Plenum Press, New York, pp. 245-270.
- Schuster, R., Apfel, A., 1989. Técnica automatizada para el análisis de aminoácidos

- primarios y secundarios. *Química e Industria*, 35: 56-59.
- Shaddad, M.A., 1990. The effect of proline application on the physiology of *Raphanus sativus* plants grown under salinity stress. *Biol. Plant.*, 32: 104-112.
- Slocum, R.D., Kaur-Sawney, R., Galston, A.W., 1984. The physiology and biochemistry of polyamines in plants. *Arch. Bioch. Biophys.*, 235: 283-303.
- Smith, T.A., 1985. Polyamines. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 35: 155-189.
- Stewart G.R., Lee J.A., 1974. The role of proline accumulation in halophytes. *Planta*, 120: 279-289.
- Tachibana, S., 1991. Import of calcium by tomato fruit in relation to the day-night periodicity. *Scientia Hortic.*, 45: 235-243.
- Torrecillas, A., García, A.L., León, A., Sánchez-Blanco, M.J., 1987. Metabolic responses to low water deficits induced by PEG and NaCl in wheat seedlings. *Agric. Med.*, 117: 125-129.
- Wyn Jones, R.J., 1981. Salt tolerance. En: *Physiological Processes Limiting Plant Productivity*. (C.B. Johson, ed.) Butterworths, London.
- Yancey, P.H., Clark, M.E., Hand, S.A. Browns, R.D., Somero, D.N., 1982. Living with water stress: evolution of osmolyte systems. *Science*, 217: 1214-1222.
- Zhang, H.Q. y Croes, A.F., 1983. Protection of pollen germination for adverse temperatures: A possible role for proline. *Plant Cell Envir.*, 6: 471-476.

**Tabla 1: Contenido aproximado en aminoácidos libres y ligados de los hidrolizados proteicos (valores en % en peso)**

Aminoácido	Forma libre	Forma peptídica
Aspártico	0.3-0.9	2-7
Hidroxiprolina	0.2-0.4	8-12
Treonina	0.02-0.2	0.5-1
Serina	0.1-0.2	1-3
Glutámico	0.6-0.9	7-11
Prolina	0.6-2	10-15
Glicina	3.5-6	16-25
Alanina	2-5	4-8
Valina	0.05-0.2	2-4
Metionina	0.1-0.2	0.5-1.5
Isoleucina	0.1-0.3	0.7-2.1
Leucina	0.1-0.5	2-4
Tirosina	0.01-0.5	0.01-0.5
Fenilalanina	0.1-0.3	1-2.5
δ-Aminobutírico	0.01-1	0.01-0.6
Histidina	0.05-0.6	0.2-0.4
Omitina	0.1-0.5	0.9-2.6
Lisina	0.3-1	2-4
Arginina	0.1-0.3	4-6
TOTAL	6-18	82-94

<b>Tabla 2: Influencia del tratamiento con aminoácidos sobre el peso de tomate cosechado en las distintas fases de recolección (Nusimovich et al., 1989)</b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>1ª fase 21.V-2.VI</b>	<b>2ª fase 3.VI-12.VI</b>	<b>3ª fase 13.VI-7.VII</b>	<b>Total</b>
Testigo	370	647	1.218	2.235
Hidrolizado	522	740	1.288	2.550
Valores en gramos de tomate/planta				

<b>Tabla 3: Influencia de los aminoácidos sobre la producción en cultivo de brócoli variedad Charade F1.</b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>Peso med. pella principal (g)</b>	<b>Nº rebrotes</b>	<b>Peso medio rebrote (g)</b>	<b>Produc. total (Kg/m<sup>2</sup>)</b>
Testigo	239	4-5	96	1.5
Hidrolizado	251	5-6	123	1.8

<b>Tabla 4: Influencia de los aminoácidos sobre el peso medio en gramos de lechuga Iceberg en el momento de la recolección (Franco et al., 1989)</b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>Mesa</b>	<b>Empire</b>	<b>Nabuco</b>	<b>Fame</b>
Testigo	705	711	676	750
Hidrolizado	722	720	701	769

<b>Tabla 5: Influencia del tratamiento post-helada con aminoácidos sobre el peso de tubérculos recogidos durante la floración en cultivo de patata (Franco, et al., 1989)</b>			
<b>Variedades</b>	<b>Vía radicular</b>	<b>Vía foliar</b>	<b>Testigo</b>
Spunta	290	270	100
Buchra	400	370	150
Nicola	215	200	75
Valores en gramos de tubérculos/planta.			

Tabla 6.- Efecto de la aplicación de un hidrolizado de proteínas sobre el crecimiento de la raíz de plántulas de melón Galia bajo cuatro tratamientos salinos.

CE (dS/m)	Peso fresco (g)			Peso seco (g)		
	Testigo	C1	C2	Testigo	C1	C2
2,25	0,925	1,821	2,046	0,064	0,103	0,120
5,5	1,004	1,805	1,448	0,057	0,121	0,113
7,75	0,551	1,174	0,562	0,045	0,100	0,089
10	0,246	1,174	0,188	0,019	0,071	0,033

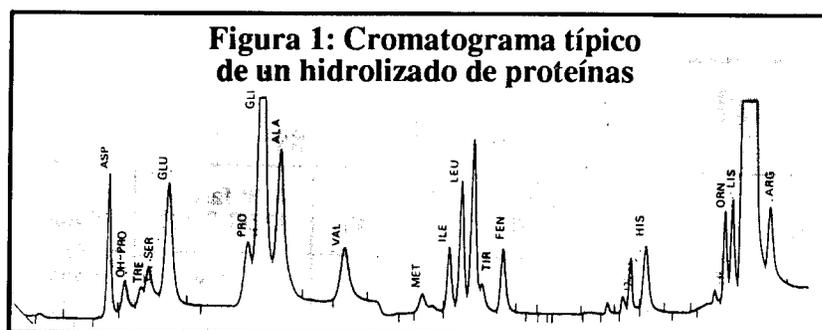
Concentración del hidrolizado de proteínas (cm<sup>3</sup>/planta) : C1 0,1; C2 0,2.

Tabla 7.- Porcentaje de frutos afectados por blossom-end rot, en cultivo de tomate en condiciones salinas (Franco *et al.*, 1997a).

Tratamiento	% de frutos afectados por BER
Aminoácidos + Ca y B (Foliar)	3,06 a
Aminoácidos + Ca y B (Fertirrigación)	3,81 a
Nitrato cálcico (Foliar)	7,35 b
Nitrato cálcico (Fertirrigación)	7,07 b
EDTA-Ca (Foliar)	3,93 a
Testigo	8,33 b

BER = Blossom-end rot

Los valores seguidos de letras distintas son significativamente diferentes a un nivel de probabilidad del 95% según el test de L.S.D.



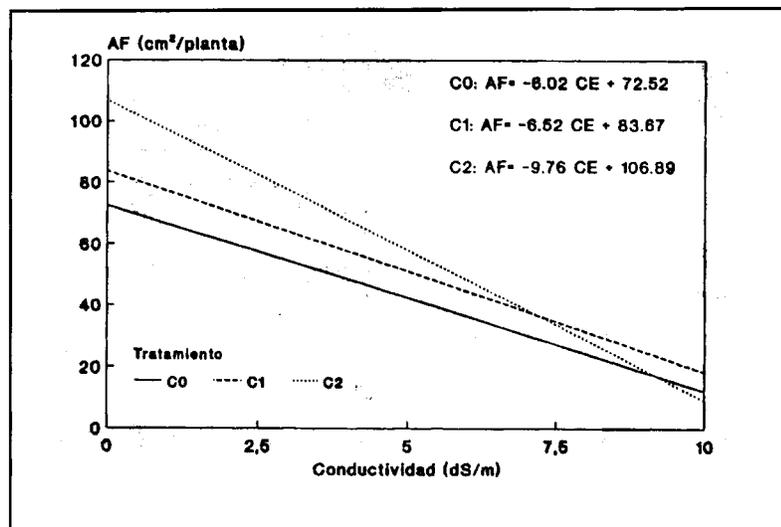
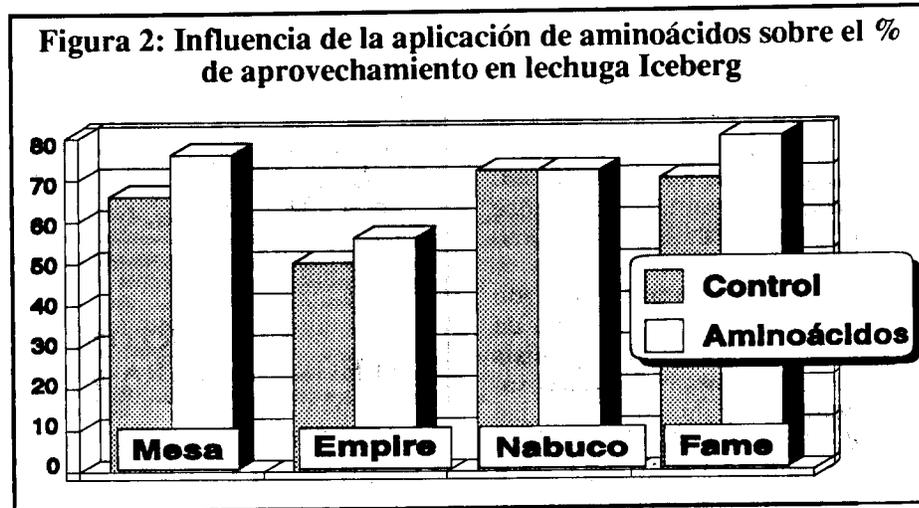


Figura 3.- Rectas de regresión del crecimiento del área foliar (AF) de plántulas de melón *Galia* a distintos niveles de salinidad. Tratamientos: C0, testigo; C1 y C2, aplicación de un hidrolizado de proteínas a razón de 0,1 y 0,2 cm<sup>3</sup> /planta respectivamente (Franco *et al.*, 1993b).

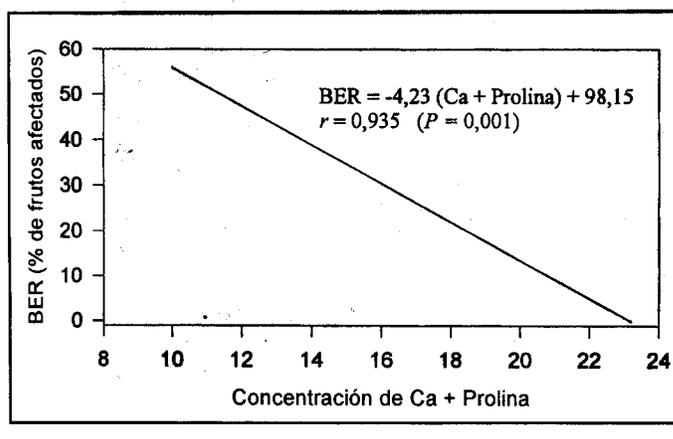


Figura 4.- Incidencia de Blossom-end rot (BER) en tomate cultivado en condiciones salinas en relación a las concentraciones (mg / 10g MS) de Ca y Prolina en la zona estilar de frutos maduros (Franco *et al.*, 1994).