

RESPUESTA DE LA PLANTA DE CEBOLLA (*ALLIUM
CEPA* (L.) A DIFERENTES CONDICIONES AMBIENTALES
DURANTE SU CICLO ANUAL. V. EFECTOS SOBRE LA
COMPOSICION NITROGENADA SOLUBLE, DE UN
REGIMEN TERMOPERIODICO DE ALTA TEMPERATURA
COMBINADO CON PERIODOS DE SEQUIA

S. O. TRIONE y J. B. CAVAGNARO (*)

SUMMARY

RESPONSE OF THE ONION PLANT (*ALLIUM CEPA* L.)
TO DIFFERENT ENVIRONMENTAL CONDITIONS DURING
ITS ANNUAL CYCLE. V. AFTER-EFFECTS OF HIGH TEMPE-
RATURE THERMOPERIODIC REGIMES COMBINED WITH
PERIODS OF DROUGHT, ON THE SOLUBLE NITROGEN
COMPOSITION.

For the onion plant (*Allium cepa* L.) it was investigated the after-effects of relative high temperature, given during the nursery stage, on the growth and soluble nitrogen composition of the different organs, when said temperature was combined with spell of drought during nursery and bulb set stages. It was founded that this combination affects more detrimentally the nitrogen content of the plant than any other substances. Nevertheless it provokes a high efficiency on the nitrogen translocation from foliage leaves to bulb. At the end of the annual cycle, such translocation accounted for 75 % of the absolute total nitrogen. The pointed alteration provoked, in the soluble nitrogen composition of root, foliage leaf and bulb analysed during bulb set stage, a deamidation of asparagine, a breakdown of proteins and a change in the ratio of the amides according to the organ considered. At pre-harvest stage, the amino acid spectres of all organs showed patterns very disimilar to that of the control.

(*) Ingenieros Agrónomos, Profesor Adjunto y Jefe de Trabajos Prácticos, respectivamente, de la Cátedra de Fisiología Vegetal, de la Facultad de Ciencias Agrarias, Mendoza, Argentina.

INTRODUCCIÓN

Si durante cierta fase del crecimiento de una planta, llega a coincidir un período de sequía con temperaturas relativamente altas, es lógico suponer que el cuerpo de dicha planta debe experimentar un aumento de temperatura y, a su vez, un incremento del déficit hídrico interno. Esto puede producir alteraciones metabólicas y funcionales —aumento de ciclosis—, que vayan en detrimento de la planta. Resulta útil entonces, determinar si dichas alteraciones tienen un carácter transitorio o puedan perdurar de manera tal que incidan negativamente en el rendimiento final de la planta.

El propósito de esta sección fue examinar la acción conjunta de la alta temperatura y de la sequía, administradas en un estadio poco avanzado de la ontogenia de la planta de cebolla, sobre la modalidad ulterior de su crecimiento —afectado o no por otro ciclo de sequía— y evaluar las posibles alteraciones metabólicas, por la composición del compartimiento aminado soluble de sus distintos órganos.

MATERIAL Y MÉTODO

Los aspectos culturales de la planta de cebolla (*Allium cepa* L. c. v. 'Valenciana Mejorada'), procedimientos analíticos, presentación de datos y manejo de las variables experimentales, fueron iguales a las referidas en las secciones precedentes. La única diferencia con la sección anterior (68) fue, que el tratamiento termoperiódico de alta temperatura varió entre 30°C diurnos y 23°C nocturnos. Además, los análisis y determinaciones se llevaron a cabo en los estadios E-2 y E-3.

RESULTADOS

Los gráficos de la figura V-1, muestran que, en el estadio E-2, los tratamientos secuenciales de alta temperatura —sola o simultánea con sequía— seguida por sequía en período crítico, provocaron en la planta un típico modelo de crecimiento, caracterizado por una reducción general de todos los parámetros, excepto peso seco de raíz, que superó en mucho al testigo. Al alcanzarse el estadio E-3, dicho modelo sufrió un cambio muy aparente, en el sentido de un incremento de materia seca foliar con reducción concomitante de materia seca radical. Al comparar estos tratamientos con aquellos de sequía (cf. fig. III-1), se puso de manifiesto que el efecto detrimental sobre el crecimiento, se debió casi enteramente a alta temperatura. Un efecto destacable de ésta es el de disminuir el

contenido de nitrógeno total absoluto de la masa foliar, sin una correspondiente disminución de su peso seco absoluto.

Las anomalías anotadas produjeron evidentes cambios en la mayoría de los compartimientos aminados solubles. Así, durante el estadio E-2, la secuencia AT-SPC (figura V-2) provocó: en raíces, un aumento de ácido aspártico a expensas de una reducción de asparagina; en hojas, se incrementó el nitrógeno soluble total, y con él, el número de compuestos, indicando la prevalencia de procesos de hidrólisis sobre los de síntesis de proteína; en bulbo, aunque no hubo cambios muy aparentes, se invirtió la relación asparagina / glutamina, y se redujo el contenido de arginina. La secuencia AT, SA-SPC mostró en hojas y bulbo, espectros aminados muy similares al del tratamiento anterior; mientras que en raíces desaparecieron totalmente los compuestos rico-nitrogenados como asparagina y arginina, y se incrementó el contenido de los ácidos aspártico y glutámico.

En el estadio E-3, mientras el tratamiento AT-SPC provocó en todos los órganos, composiciones aminadas prácticamente iguales a las del testigo, la secuencia AT, SA-SPC mostró espectros aminados muy dispares a los del testigo, e. g., en raíces hubo disminución de los ácidos dicarboxílicos, a favor de sus respectivas amidas, además de una síntesis apreciable de fenilalanina; en hojas se acumuló preponderantemente arginina; y en bulbo se redujo el tamaño del compartimiento aminado soluble, a cantidades trazas.

DISCUSIÓN

El efecto de la alta temperatura, y su combinación con sequía, se ha manifestado a través de una reducción del contenido de nitrógeno total absoluto —respecto al testigo—, sin una paralela disminución de la materia seca absoluta. Este hecho parece indicar que, fundamentalmente, la alta temperatura afecta más a los procesos que conducen a la síntesis de sustancias nitrogenadas que a las de otro tipo. Sin embargo, ella muestra una acción, si se quiere, positiva en lo que respecta al transporte del nitrógeno, ya que facilita su movimiento desde las hojas al bulbo, a partir del estadio E-2. Al final del ciclo, tal transporte fue del orden del 75 % del N-total absoluto, magnitud no igualada o superada por ningún otro tratamiento, incluso testigo. La distribución de la materia seca, entre ambas regiones morfológicas, parece tener una dinámica independiente de la del nitrógeno.

Los cambios en la composición aminada soluble, han sido suficientemente señalados, y las reacciones que lo provocan incluyen amidaciones, desamidaciones, preponderancia de desdoblamiento

sobre síntesis proteica, bloqueo de secuencias metabólicas por acumulación de arginina, etc. Como ocurre en otras especies (49), los tratamientos de alta temperatura parecen afectar, en gran medida, el contenido y calidad de cetoácidos presentes en raíces y hojas principalmente, ya que el bulbo, sobre todo durante su período de iniciación, muestra una constancia apreciable en la composición relativa de los amino ácidos y amidas libres.

Los datos presentados han confirmado, en su mayor parte, nuestra presunción de un efecto retardado y detrimental de la alta temperatura, dada simultáneamente con sequía en almácigo, sobre el rendimiento de la planta, y la alteración de la composición aminada soluble en sus distintos órganos.

RESUMEN

Para la planta de cebolla (*Allium cepa* L.), se investigaron los post-efectos que las altas temperaturas, dadas durante el almácigo, tienen sobre el crecimiento y composición aminada soluble de los distintos órganos, cuando dichas temperaturas se combinan con ciclos de sequía administradas durante el almácigo y en período crítico de necesidad de agua. Se constató que dichos tratamientos afectan más detrimentalmente el contenido nitrogenado absoluto de la planta, que el de cualquier otra sustancia. Sin embargo, la alta temperatura favorece el transporte del nitrógeno desde la masa foliar al bulbo. La magnitud de tal transporte alcanzó, al final del ciclo vegetativo, un valor del orden del 75 % del nitrógeno total absoluto. Los cambios que estas alteraciones producen en la composición aminada soluble de raíces, hojas y bulbo se manifestaron, según el órgano considerado, por procesos de desamidación de asparagina, hidrólisis de proteínas, mayor síntesis de una u otra amida, etc., en el período crítico de necesidad de agua (bulbificación). Al final del ciclo de crecimiento, los espectros aminados solubles de hojas y raíces, presentaron modelos muy distintos del de los testigos, mientras que en bulbo, la reducción del tamaño del compartimiento aminado soluble, constituyó un rasgo sobresaliente.

CONSIDERACIONES FINALES DE LA SERIE

Entre los factores ecológicos individuales que más efecto ejercen sobre el precondicionamiento fisiológico de una especie, se señalan al agua y temperatura. Para intentar rusticación a sequía, en planta de cebolla, hemos seleccionado justamente esos dos factores, por ser factibles de ser manejados por el agricultor, i. e., agua —en cualquier estadio del ciclo vegetativo—, y temperaturas —fundamentalmente durante el almácigo o anterior al mismo—.

Como práctica agronómica resulta útil destacar, para esta planta, la conveniencia de los tratamientos de sequía en almácigo, pues además de provocar un aumento de rendimiento (38), tiene la capacidad de anular parcialmente, los efectos detrimentales que ocasiona una sequía durante el período crítico —bulbificación—.

Los resultados obtenidos, advierten sobre la necesidad de ampliar los estudios referentes a la acción de las temperaturas —muchas veces, similar a la sequía—, a otros estadios del crecimiento, donde gobiernan diferentes procesos, y donde pueden interaccionar favorablemente para inducir, en forma efectiva, un preaccondicionamiento. Por ejemplo, parece posible inducir rusticación a sequía, en estadio de semilla no germinante, por tratamientos de hidroperiodicidad (14, 21, 27, 34). La aplicación de esta modalidad, con intervención del factor temperatura, específicamente para cebolla, se encuentra en progreso en este laboratorio.

A través de esta serie de experiencias, se ha obtenido información suficiente como para apreciar la utilidad que puede aportar el conocimiento de la composición aminada soluble, al entendimiento del modo de operación de los factores ecológicos aquí impuestos. Nada mejor que analizar dichos compuestos en los distintos órganos de la planta, ya que ello tiene la ventaja de poner de manifiesto la presencia de metabolitos particulares, que no se detectan cuando se examina la planta entera. Las clases y abundancia de los amino ácidos y amidas libres, efectivamente, han exhibido gran variación como respuesta a los efectos de los factores ecológicos.

Sin embargo, el problema básico de su metabolismo, no consiste en describir por separado cómo se distribuyen en sus respectivos compartimientos, sino conocer cómo opera la maquinaria metabólica que produce tales cambios. Si bien, dada la índole del presente trabajo, no ha sido posible efectuar determinaciones en tal sentido, existe actualmente una apreciable cantidad de experiencias, llevadas a cabo en plantas superiores (8, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 32, 44, 55, 58, 67, 71, 74, 75), que avalan ciertas postulaciones aquí vertidas. Por ejemplo, está claro que la fracción proteica no permanece estática, sino que lleva a cabo continuos ciclos alternados de síntesis y desdoblamiento; que a medida que se forman los compuestos nitrogenados libres, son acumulados, transportados, transformados en compuestos más ricos en nitrógeno —arginina, amidas—, o bien, utilizados en la síntesis de otros compuestos que involucran al nitrógeno; que las amidas —especialmente asparagina— incrementan a expensas de sus correspondientes ácidos dicarboxílicos, cuando se desdobla la proteína, con amonio proveniente de tal proceso, y ATP de la respiración; que las amidas —preferentemente glutamina— se acumulan cuando los amino ácidos libres están siendo reutilizados en la síntesis de proteínas, a través de procesos de transaminación,

mientras generan sustancias que pueden ser respiradas, incrementando así este fenómeno; que, en fin, el ácido aspártico se encuentra en la ruta que lo conduce —vía ciclo de Krebs-Hanseleit— a arginina, y que ésta se acumula cuando la síntesis de proteína está muy reducida; etc.

La frecuencia con que se han puesto de manifiesto los efectos de los factores ecológicos estudiados, a través de este área del metabolismo del nitrógeno, refuerza el concepto de que, no sólo los amino ácidos sirven de nexo entre diferentes formas de nitrógeno orgánico, sino que el punto de unión de su metabolismo con el de los hidratos de carbono (53), se encuentra en aquella zona celular donde se localizan los cambios metabólicos causados por estos factores ecológicos.

RECONOCIMIENTO

Los autores expresan su reconocimiento a los técnicos laboristas, señores H. MORALES y A. C. GUZMÁN, por la instimable colaboración prestada durante el desarrollo de estas experiencias.

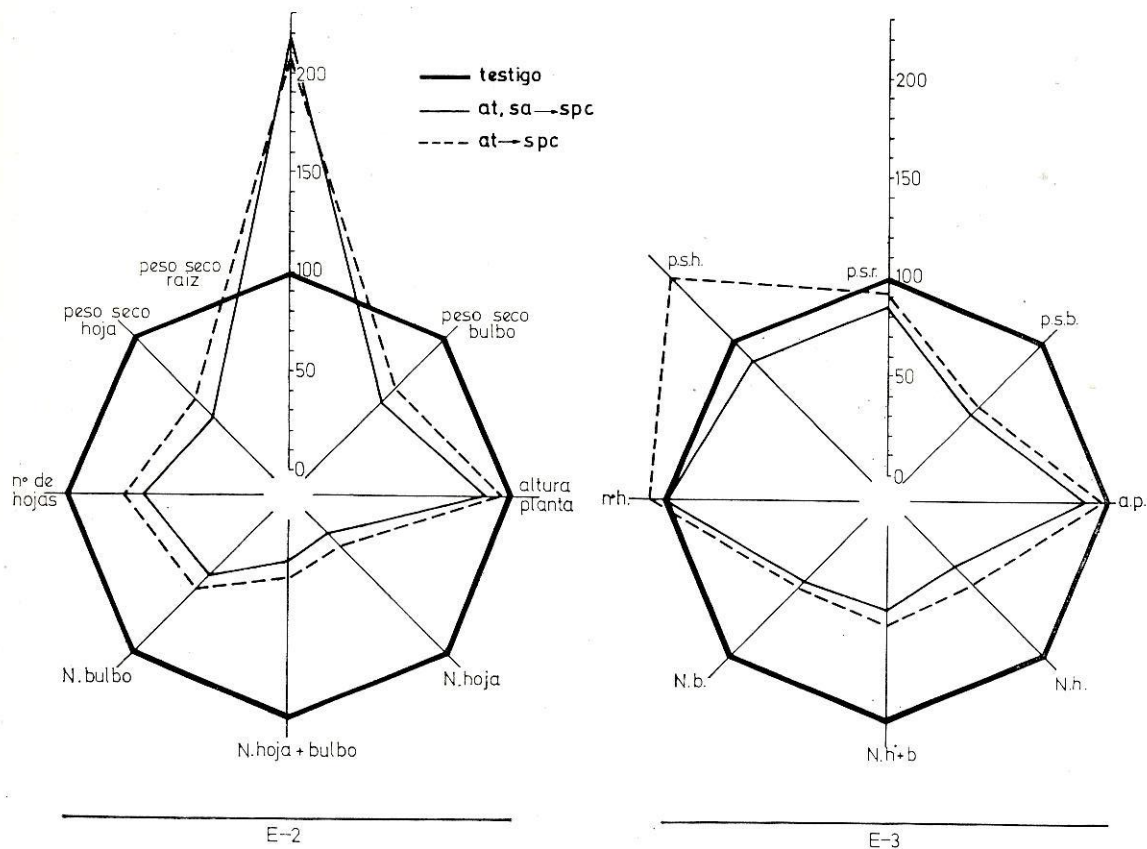


Figura V-1: Medidas del crecimiento de diferentes regiones morfológicas de la planta de cebolla (*Allium cepa* L.) afectada por altas temperaturas durante el almácigo y por períodos de sequía en distintos estadios de su crecimiento. (Datos expresados como porcentajes relativos al testigo).

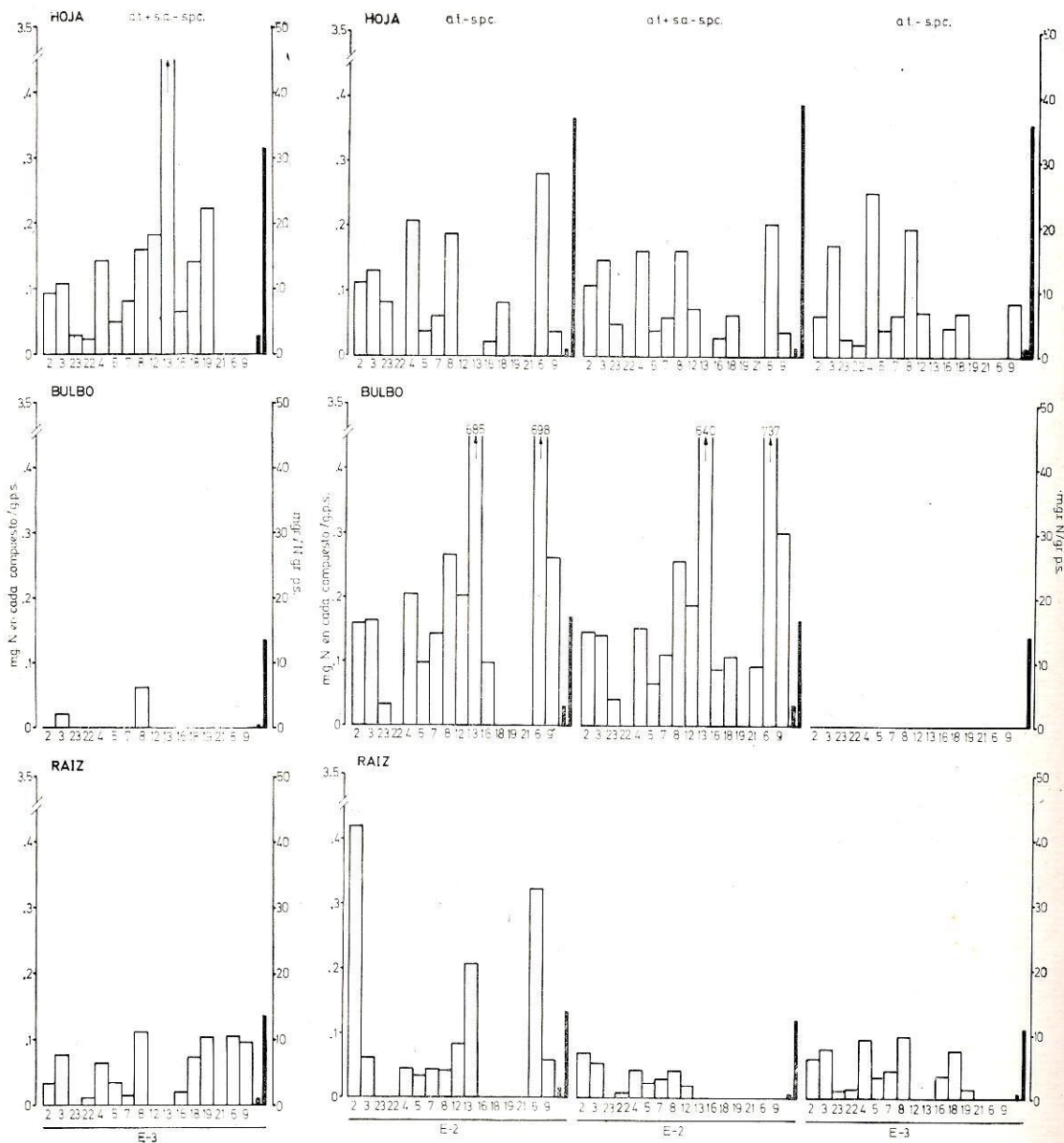


Figura V-2: Efectos de altas temperaturas y su combinación con períodos de sequía, sobre la composición aminada soluble y contenido total de nitrógeno soluble e insoluble (barras llenas a la izquierda y derecha respectivamente), de hojas, bulbo y raíces de *Allium cepa* L. en diferentes estadios de su crecimiento. *Clave de números*. 2: ácido aspártico, 3: ácido glutámico, 4: serina, 5: glicina, 6: asparagina, 7: treonina, 8: alanina, 9: glutamina, 12: lisina, 13: arginina, 16: valina, 18: leucina, 19: fenilalanina, 21: tirosina, 22: beta-alanina, 23: ácido gamma-aminobutírico.

BIBLIOGRAFIA

1. ALDEN, J. and R. R. HERMANN. 1971. Aspects of the cold hardiness mechanism in plants. *The Botanical Review*. 37 (1): 37 - 142.
2. BIDWELL, R. G. S.; BARR, R. A.; and F. C. STEWARD. 1964. Protein synthesis and turnover in cultured plant tissue: sources of carbon for synthesis and the fate of the protein breakdown products. *Nature*. 203 (4943): 367 - 373.
3. CARR, D. J. and S. J. PATE. 1967. Ageing in the whole plant. *Symposium. Soc. exp. Biol.* 21: 559 - 600.
4. CAVAGNARO, J. B. Respuesta de la planta de cebolla (*Allium cepa* L.) a diferentes condiciones ambientales durante su ciclo anual. I. Intentos de rusticación a sequía. *Rev. Fac. C. Agrarias* (este volumen).
5. ————; LIS, B. R. DE; and R. M. TIZIO. 1971. Drought hardening of the potato plant as an after-effect of soil drought conditions at planting. *Potato Res.* 14: 181 - 192.
6. CHEN, D.; KESSLER, B.; and S. P. MONSELISE, 1964. Studies on water regime and nitrogen metabolism of citrus seedlings grown under water stress. *Plant Physiol.* 39 (3): 379 - 386.
7. CHINOY, J. J. 1960. Physiology of drought resistance in wheat. I. Effect of wilting at different stages of growth on survival values of eight varieties of wheat belonging to seven species. *Phyton*. 14 (2): 147 - 157.
8. CINGEROVÁ, A. 1969. Effect of trophic condition on asparagine transamination in wheat plant. *Biologia Plantarum* (Praha). 11 (2): 139 - 148.
9. CLEMENTS, H. F. 1964. Interaction of factors affecting yield. *Ann. Rev. Physiol.* 15: 409 - 442.
10. DURZAN, D. J. 1969. Nitrogen metabolism of *Picea glauca*. I. *Canadian Jour. Bot.* 46: 909 - 919.
11. ———— . 1969. Nitrogen metabolism of *Picea plauca*. II. *Ibid.* 46: 921 - 928.
12. ———— . 1969. Nitrogen metabolism of *Picea glauca*. III. *Ibid.* 46: 929 - 937.

13. DURZAN, D. J. and F. C. STEWARD. 1967. The nitrogen metabolism of *Picea glauca* (MOENCH) Voss and *Pinus banksiana* LAMB., as influenced by mineral nutrition. Canadian Jour. Bot. 45: 695 - 710.
14. EVENARI, R. 1964. Hardening treatment of seeds as a means of increasing yield under conditions of inadequate moisture. Nature. 204 (4962): 1010 - 1011.
15. FOWDEN, L. 1965. Amino acid biosynthesis. Biosynthetic Pathways in Higher Plants. Ed. J. B. PRIDHAM & T. SWAIN. Academic Press. pp. 73 - 99.
16. — — — — —. 1959. Amino acid of plants with special reference to recently discovered acids. Symp. Soc. exp. Biol. 13: 283 - 303.
17. FREIBERG, S. R. and F. C. STEWARD. 1960. Physiological investigations on the banana plant. III. Factors which affect the nitrogen compounds of the leaves. Ann. Bot., N. S. 24 (93): 147 - 157.
18. GATES, C. T. 1955. The response of the young tomato plant to a brief period of water shortage. II. The individual leaves. Australian Journ. Biol. Sci. 8: 215 - 230.
19. — — — — —. 1957. Idem. III. Drift in the nitrogen and phosphorus. Ibid. 10 (2): 125 - 146.
20. — — — — —, and J. BÖNNER. 1959. The response... IV. Effects of water stress on the ribonucleic acid metabolism of tomato leaves. Plant Physiol. 34 (1): 49 - 55.
21. HALEVY, A. H. and B. KESSLER. 1963. Increased tolerance of bean plants to soil drought by means of growth-retarding substances. Nature. 194 (4864): 310 - 311.
22. HAYWARD, H. E. 1953. Estructura de las plantas útiles. Ed. Acme S. A., Buenos Aires. Versión española por OVIDIO NÚÑEZ.
23. HENCKEL, P. A. 1964. Physiology of plants under drought. Ann. Rev. P. Physiol. 15: 363 - 386.
24. — — — — —. 1966. The effect of pre-sowing hardening of seeds against drought on the reproductive processes in plant. Hort. Abst. 38 (2). 2276.
25. — — — — —. 1970. Role of protein synthesis in drought resistance. Canadian Jour. Bot. 48 (6): 1235 - 1241.
26. JACOBY, B. and H. R. OPPENHEIMER. 1962. Pre-sowing treatment of sorghum grains and its influence on drought resistance of the resulting plants. Phyton. 19 (2): 109 - 113.
27. JARVIS, P. G. and M. S. JARVIS. 1964. Pre-sowing hardening of plants to drought. Ibid. 21 (2): 113 - 117.
28. JASA, B. 1963. Pre-sowing treatment of vegetable seeds. Hort. Abts. 34 (2). 2899.

29. JONES, S. T. and W. A. JOHNSON. 1958. Effect of irrigation at different minimum levels of soil moisture and of imposed drought on yield of onion and potatoes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 71: 440 - 445.
30. KESSLER, B. 1961. Nucleic acids as factors in drought resistance of higher plants. Recents Advances in Botany. 11: 1153 - 1159.
31. KRAMER, P. J. 1963. Water stress and plant growth. Agronomy Journal. 55: 31 - 35.
32. KRETOVICH, W. L. 1965. Some problems of amino acid and amide biosynthesis in plants. Ann. Rev. P. Physiol. 16: 141 - 154.
33. KUDREV, T. G. 1967. The effect of drought on the amount of free and bound glutamic acid and proline in pumpkins. Comp. rend. Acad. bulgare des Sciences. 20 (1): 61 - 63.
34. — — — — —. 1960. The effect of pre-sowing drought hardening of wheat caryopses on induced dormancy and germination. Fiziol. Rastenii. 6 (2): 179 - 183.
35. LEVITT, J. 1951. Frost, drought and heat resistance. Ann. Rev. P. Physiol. 2: 245 - 268.
36. LIS, B. R. DE, PONCE, I. y R. M. TIZIO. 1934. Studies on water requiremenst of horticultural crops. I. Influence of drought at different growth stages of potato on the tuber's yield. Agronomy Journal. 56: 377 - 381.
37. — — — — —; — — — — —; CAVAGNARO, J. B. and R. M. TIZIO. 1967. Idem. II. Influence of drought at different growth stage of onion. Ibid. 59: 573 - 576.
38. — — — — —; CAVAGNARO, J. B.; TIZIO, R. M. y H. MORALES. 1968. Modificaciones morfo-fisiológicas en la planta de cebolla (*Allium cepa* L.) en relación a sequía en período crítico de necesidad de agua. Rev. Fac. C. Agrarias (Mendoza). 14 (1 - 2): 58 - 72.
39. LOOMIS, W. D. 1958. The synthesis of amino acids in plants. Encycl. Plat Physiol. Vol. VIII. pp. 224 - 248. Ed. W. Ruhland.
40. MAY, L. H.; MILTHORPE, E. J. and F. L. MILTHORPE. 1962. Pre-sowing hardening of plant to drought. An appraisal of the contributions by P. A. GENKEL, Field Crop Abst. 15 (2).
41. MCKEE, H. S. 1958. Nitrogen metabolism in leaves. Encycl. Plant Physiol. Vol. VIII. pp. 516 - 553. Ed. W. Ruhland.
42. — — — — —. 1958. Protein metabolism of vegetative storage organs. Ibid. pp. 564 - 580.
43. MEYER, B. S.; ANDERSON, D. B. y R. H. BÖHNING. 1966. Introducción a la Fisiología Vegetal. Eudeba (Buenos Aires). p. 579.
44. MIETTINEN, J. K. 1959. Assimilation of amino acids in higher plants. Symp. Soc. exp. Biol. 13: 210 - 229.
45. NIJENSHON, L.; MIHAJLOVICH, D. L. E. y C. J. GRASSI. 1967. Respuesta de la cebolla (c.v. "Valenciana") a diferentes regímenes de riego. Rev. Inv. Agrop. (INTA) Arg. (Biología y Producción Vegetal. 4 (7).

46. PARICHA, P. C. and J. LEVITT. 1967. Enhancement of drought tolerance by applied thiols. Hort. Abst. 37 (3). 4094.
47. PARKER, J. 1968. Drought resistance mechanisms. Water Deficits of Plant Growth. Ed. T. T. Kozlowski. Acad. Press. pp. 195 - 234.
48. PETRIE, A. H. K. and J. G. WOOD. 1938. Studies on the nitrogen metabolism of plants. I. The relation between the content of protein, amino acids and water in the leaves. Ann. Bot., N. S. 2: 33.
49. RAESCH, R. and F. C. STEWARD. 1962. Growth, nutrition, and metabolism of *Mentha piperita* L. VI. The keto and amino acids of mint plants: Interacting effects due to day length and to night temperature. Memoir 379. Cornell Univ. pp. 130 - 140.
50. RAHN, O. 1932. Physiology of Bacteria. Ed. P. Blakistom's Son & Co. Inc. Phila.
51. SALTER, P. J. and J. E. GOCDE. 1967. Crop responses to water at different stages of growth. Commonw. Agric. Bur.; East Malling 2. pp. 267.
52. SINGH, R. and R. B. ALDERFER. 1966. Effects of soil moisture stress at different periods of growth of some vegetable crops. Soil Sci. 101 (1): 69 - 80.
53. STEWARD, F. C. 1961. Free, or soluble, nitrogenous constituents of plants, and their role. Recent Advances in Botany. Univ. of Toronto Press.
54. — — — — —; BIDWELL, R. G. S.; and E. W. YEMM. 1956. Protein metabolism, respiration and growth: a synthesis of results from the use of C-14 labelled substrates and tissue culture. Nature. 178: 374 - 378 and 789 - 792.
55. — — — — —, and D. J. DURZAN. 1965. Metabolism of nitrogenous compounds. Plant Physiology, a treatise. Ed. F. C. Steward. Vol. IV-A. pp. 379 - 636.
56. — — — — —, and J. K. POLLARD. 1957. Nitrogen metabolism in plants: Ten years in retrospect. Ann. Rev. P. Physiol. 8: 65 - 114.
57. — — — — —, 1962. The soluble, nitrogenous constituents of plants. Amino Acid Pools. Elsevier Publ. Co. pp. 25 - 42.
58. — — — — —, 1965. Some further observations on glutamyl and related compounds in plants. Inorganic Nitrogen Metabolism. Ed. W. D. Mc Elroy & B. Glass.
59. — — — — —; WETMORE, R. H.; THOMPSON, J. F.; and J. P. NITSCHE. 1954. A quantitative chromatographic study of nitrogenous components of shoot apices. Amer. J. Bot. 41 (2): 123 - 134.
60. — — — — —; et alia. 1959. Nutritional and environmental effects on the nitrogen metabolism of plants. Symp. Soc. exp. Biol. 13: 148-176.
61. THOMPSON, J. F. and F. C. STEWARD. 1952. Investigations of nitrogen compounds nitrogen metabolism in plants. I. II. Plant Physiol. 26: 275 - 297 and 421 - 440.

62. TOOD, G. W. and E. BASLER. 1965. Fate of various protoplasmatic constituents in droughted wheat plants. *Phyton*. 22 (1): 79-85.
63. ————, and B. Y. YOO. 1964. Enzymatic changes in detached wheat leaves as affected by water stress. *Ibid.* 21 (1): 61-68.
64. TRIGONE, S. O. 1968. Estudios sobre el metabolismo del nitrógeno en plantas de papa decaídas ecológicamente por acción de altas temperaturas. *Rev. Fac. C. Agrarias (Mza.)*. 14 (1-2): 39-57.
65. ————, 1969. Cambios en la composición de los compartimentos nitrogenados soluble e insoluble del pericarpio y semilla de la vid desde antes a maduración. *Phyton*. 26 (2): 135-150.
66. ————, y J. B. CAVAGNARO. Respuesta de la planta de cebolla (*Allium cepa* L.) a diferentes condiciones ambientales durante su ciclo anual. II. Variación de la composición aminada soluble. *Rev. Fac. C. Agrarias (Mza.)*. (Este volumen).
67. ————, Idem. III. Metabolismo de compuestos aminados libres en relación a períodos de sequía. *Ibid.*
68. ————, Idem. IV. Efectos, sobre la composición nitrogenada soluble, de un régimen termoperiódico de bajas temperaturas combinado con períodos de sequía. *Ibid.*
69. TYANKOVA, L. A. 1967. Distribution of the free and bound proline and of the free hydroxiprolin in the separate organs of wheat plants during drought. *Comp. rend. Acad. bulg. Sci.* 20 (6): 583-586
70. ————, 1967. On the origin of free proline in organs of wheat plants affected entirely or partially by drought. *Ibid.* 20 (9): 955-958.
71. VIRTANEN, A. I. 1961. Some aspects of amino acid synthesis in plants and related subjects. *Ann. Rev. P. Physiol.* 12: 1-12.
72. WEAVER, J. E. y F. E. CLEMENTS. 1950. *Ecología Vegetal*. Ed. Acme Agency, Buenos Aires. pp. 667. (traducción española por A. L. CABRERA).
73. WEBSTER, G. C. 1958. *Nitrogen Metabolism in Plants*. Harper & Row. pp. 152.
74. ————, 1959. The biosynthesis of amide and peptide bonds. *Sympos. Soc. exp. Biol.* 13: 330-344.
75. WEISSMAN, G. S. 1959. Influence of ammonium and nitrate on the protein and free amino acids in shoot of wheat seedling. *Amer. J. Bot.* 46 (5): 339-346.
76. WENT, F. W. 1957. *The experimental control of plant growth*. *Chronica Botanica*. Vol. 17. Waltham, Mass. pp. 343.
77. ————, 1957. Climate and agriculture. *Scientific American* (June).
78. ZUBENKO, V. H. 1958. Influence of pre-sowing drought hardening of seeds on crop yield of maize. *Physiol. Rastenii*. 6 (3): 333-335.