

# MODIFICACIONES MORFO-FISIOLOGICAS EN LA PLANTA DE CEBOLLA (*ALLIUM CEPA* L.) EN RELACION A SEQUIA EN PERIODO CRITICO DE NECESIDAD DE AGUA <sup>1</sup>

BEILE R. DE LIS, JUAN B. CAVAGNARO, RICARDO TIZIO  
Y HORACIO MORALES <sup>2</sup>

## ABSTRACT

Treatment of drought applied during the critical water requirement period of the onion plant (*Allium cepa* L.) (beginning of bulb formation) causes a detrimental effect on the fresh weight and diameter of the bulb. The number of leaves and bulb scales is not markedly affected. The maximum foliar dry weight increase occurs during this period and the drought affects negatively this increase. As a consequence of this phenomenon, the bulb dry weight accumulation is also affected. It is concluded that the decrease in the values of fresh and dry weight of the bulbs and bulb swelling is related with a lower synthetic capacity of their leaves.

## INTRODUCCION

Existe actualmente una marcada tendencia a encarar el estudio de los requerimientos hídricos en especies vegetales desde el punto de vista integral climo-edafico-fisiológico (18). Hoy se considera que esa línea de investigación es la única que puede resolver el problema clásico planteado bajo el conocido interrogante de "cómo, cuánto y cuándo regar" los cultivos en las zonas de regadío. Incluso puede orientar el manejo de cultivos en zonas sin irrigación artificial mediante una racional distribución de las épocas de siembra combinadas con fertilizaciones adecuadas (5, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21).

Desde el punto de vista agronómico debe considerarse al vegetal en su medio de cultivo natural, es decir, creciendo bajo determinadas condiciones ambientales. Si se analiza sólo el problema del suministro y consumo hídricos, las condiciones edáficas determinan, en última instancia, la cantidad de agua que dispone el vegetal (suponiendo que por lluvia o irrigación llegue al suelo una cantidad ade-

<sup>1</sup> Trabajo realizado con fondos provenientes de un subsidio de C.A.F.P.T.A. (Comisión Administradora del Fondo de Promoción a la Tecnología Agropecuaria), Plan n° 411.

<sup>2</sup> Instituto de Biología Vegetal, Cátedra de Fisiología Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina.

cuada de agua), mientras que las condiciones atmosféricas (temperatura del aire; humedad relativa; luminosidad; velocidad del viento, etc.) determinan, a su vez, la mayor parte de lo que aquél consume. Pero es necesario tener en cuenta que la planta es un ser vivo que requiere para cumplir sus procesos vitales (fotosíntesis, respiración, nutrición mineral, etc.) y fenómenos fundamentales (crecimiento y desarrollo), una cantidad de agua determinada, que es sólo una pequeña parte de lo que consume y que constituye, en realidad, la cantidad que necesita. Fisiológicamente, ésta varía según la especie y el estado de crecimiento y/o desarrollo alcanzado por la planta en el curso de su ciclo vegetativo. Desde un punto de vista agro-económico dependerá del objetivo que se persiga. Si es en plantas hortícolas por ejemplo, variará según se las cultive para la obtención de masa vegetativa (follaje, raíces, bulbos, tubérculos, frutos) o de semilla destinada a futuras siembras.

La evidencia experimental demuestra que la cuestión verdaderamente importante consiste en determinar cuánta agua es necesaria para el cumplimiento normal de cada etapa del ciclo vegetativo, a fin de obtener el máximo rendimiento agronómico con un mínimo de gasto hídrico (5, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21).

El marchitamiento, que se considera generalmente como un fenómeno perjudicial para el normal crecimiento de los vegetales es, en ciertos momentos del ciclo vegetativo de numerosas especies, necesario para exaltar algunas manifestaciones de ese crecimiento (macollaje en trigo; floración del cafeto; contenido de caucho en guayule; contenido de esencias en ciertas plantas de uso industrial; calidad de fibra en algodón; etc.).

Las plantas cultivadas poseen, dentro de ciertos límites, factores intrínsecos (resistencia de sus células a la desecación; adaptaciones histológicas y morfológicas a la sequía, etc.) que les permiten resistir condiciones adversas de falta de agua en el suelo, cuya regulación el agrónomo trata de exaltar mediante la aplicación de técnicas de mejoramiento genético o fisiológicas (inducción de mayor rusticidad).

Contrariamente, aún no se ha demostrado que las plantas posean algún mecanismo (como poseen el hombre y los animales superiores) que les impida alcanzar estados de máxima hidratación, cuando se crean alrededor de ellas condiciones óptimas (edáficas, climáticas, etc.) de humedad.

Corresponde ahora plantear la cuestión fundamental: ¿constituye el estado de máxima hidratación de los tejidos de una planta la base fisiológica más adecuada para el cumplimiento de las distintas etapas que integran los procesos de crecimiento y desarrollo? Si bien ha demostrado ser cierto para el cumplimiento de ciertos procesos vitales estudiados aisladamente (respiración; fotosíntesis; etc.) (5, 18, 21), ello no ha sido demostrado a nivel de la planta entera durante todo su ciclo de crecimiento y/o desarrollo. Sólo existe la convicción "a priori" de que ello es así.

A partir del año 1961, la cátedra de Fisiología Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias comenzó el estudio de los requerimientos hídricos de ciertas especies hortícolas (papa, cebolla, ajo, pimiento, tomate) investigando la influencia de períodos de sequía aplicados en diferentes momentos de los respectivos ciclos vegetativos (14, 15, 16 e inéditos), sobre las modalidades vegetativas respectivas y el rendimiento. Esa primera etapa de trabajo evidenció la existencia de una sensibilidad diferencial a sequía en cada momento del ciclo vegetativo de cada especie. Establecidos así los períodos críticos de necesidad de agua, se encararon otras líneas de trabajo tendientes a esclarecer a través de qué mecanismos actúa el déficit hídrico en relación a la evolución vegetativa de la planta.

El objetivo del presente trabajo consistió en determinar en la planta de cebolla, la influencia de tratamientos de sequía en período crítico de necesidad de agua (principio de formación de bulbo) sobre su modalidad vegetativa (emergencia foliar, formación de catáfilas, peso fresco y seco de hojas y bulbo, y rendimiento). Por otra parte, se trató de determinar el posible efecto rusticador de sequía en almácigo (que en casos anteriores (15) demostró tendencia a incrementar el rendimiento) sobre aquel período crítico de necesidad de agua.

#### ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

El sistema radical de la planta de cebolla (*Allium cepa* L.) (raíz primaria y adventicias) no sólo es poco extendido y profundo, sino también es poco denso debido a que es escasamente ramificado. En condiciones de crecimiento edáficas no forma pelos absorbentes. Las raíces, en su gran mayoría adventicias, se forman desde la base y hacia arriba del corto tallo, las que frecuentemente emergen a través de las vainas foliares (8). Es necesario destacar, a los fines de este ensayo, que las raíces de cebolla demuestran ser particularmente sensibles a déficits de agua en el suelo. Por otra parte, y debido a su modalidad de crecimiento, ellas requieren que la humedad llegue hasta la base del tallo para poder alargarse (8).

Es interesante destacar la existencia de una correlación inversa entre el número de raíces que la planta posee y el tamaño que habrá de alcanzar el bulbo (4, 7, 9, 20). Asimismo, es significativo el hecho que fotoperíodos largos y temperaturas relativamente altas, que favorecen cualli y cuantitativamente la formación de bulbo, frenan la emergencia y crecimiento radicales (9).

El bulbo está constituido por hojas transformadas denominadas catáfilas. La formación de éstas (que trae como consecuencia el crecimiento del bulbo), se produce por engrosamiento isodiamétrico de las células parenquimáticas que las componen, principalmente en la base de las vainas foliares (4). Es decir que el aumento del tamaño del bulbo no se produce por incremento del número de

células catáfilares, sino por aumento del volumen de las preexistentes (10).

Las raíces parecen sintetizar un factor o factores que frenan la magnitud de aquel fenómeno. El hecho que la remoción de raíces antes de la iniciación de la formación del bulbo induce y acelera la formación de catáfilas, parece corroborar aquella presunción (12).

El bulbo maduro está formado por tres tipos de hojas, producidas en la siguiente secuencia: laminadas, alaminadas y laminadas pero con láminas no desarrolladas. Las primeras hojas laminadas no forman catáfilas; las que lo hacen son laminadas internas, más jóvenes. Posteriormente, y bajo condiciones inductivas de formación de bulbo (días largos), se inhibe la formación de hojas laminadas (3), produciéndose sólo vainas que engrosan formando catáfilas. Luego aparecen, en el centro del bulbo, algunas laminadas pequeñas que no emergen hasta la estación siguiente en que se reiniciará el ciclo vegetativo que culminará con la emisión del escape floral (1, 8). Bajo días cortos sólo se producen hojas laminadas, inhibiéndose totalmente la formación de catáfilas (3, 6, 8, 11). Los días cortos parecen remover la inhibición del crecimiento de las láminas foliares, ya que si se exponen bajo dicho régimen plantas que han comenzado a formar bulbos, se reduce el número de catáfilas y se incrementa el número de hojas laminares, pero a expensas del número de catáfilas alaminadas. En todos los casos se produce, como consecuencia, la reducción del tamaño del bulbo (2).

Por otra parte, se ha demostrado que el estímulo que induce la formación del bulbo es captado por las hojas laminadas, puesto que la defoliación inhibe el fenómeno (12).

#### MATERIAL Y METODO

Se trabajó con semilla de cebolla (*Allium cepa L.*) variedad cultural "Valenciana mejorada" cedida gentilmente por la Estación Experimental "La Consulta" INTA, Mendoza.

La siembra en almácigo se efectuó el 14.6.66, el trasplante el 11.11.66 y la cosecha el 6.4.67. Computado a partir de la fecha de germinación (21.6.66) el ciclo vegetativo abarcó 289 días incluyendo 143 en almácigo.

Los tratamientos fueron los siguientes:

0. Testigo sin sequía.
1. Sequía en almácigo.
2. Sin sequía en almácigo-sequía en período crítico.
3. Sequía en almácigo-sequía en período crítico.

La variante nº 3 se incorporó con el objeto de estudiar el posible efecto rusticador de sequía en almácigo sobre el período crítico de necesidad de agua (iniciación del crecimiento del bulbo).

El ensayo se realizó en el campo experimental de la Cátedra de Fisiología Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias, Chacras de Coria, Mendoza, Argentina. El suelo de textura franco-arcillo-limosa mostró una capacidad de campaña de 23,5 %; un punto de marchitamiento de 10,2 % y un peso específico aparente de 1,3. Estos valores configuran una reserva de agua útil del perfil (hasta 60 cm de profundidad) de 109,13 mm.

Dos almácigos se sembraron a campo; uno recibió riegos normales y el otro los tratamientos de sequía. Estos comenzaron cuando las plántulas poseían tres hojas emergidas y una altura promedio de 15 cm. Ello sucedió el 10.10.66 y entre esta fecha y la del trasplante se aplicaron dos ciclos de sequía. El primero abarcó desde el 10 al 29 de octubre y el segundo, desde el 29 de octubre hasta el 11 de noviembre. Como ciclo de sequía se consideró, en todos los casos, el período entre riego y riego. El criterio para evaluar la intensidad de la sequía fue el mismo que se aplicó en trabajos anteriores: los riegos se suspendieron hasta que las plantas manifestaron síntomas de marchitamiento permanente.

Las parcelas (4 × 7 m) se distribuyeron en blocks al azar con 5 repeticiones. Los surcos se distanciaron 40 cm y las plantas 15 cm, resultando así 10 surcos por parcela con 45 plantas por surco y 450 por parcela. Los dos surcos extremos fueron de bordura, los dos siguientes se utilizaron para muestreo, quedando los seis surcos centrales para la cosecha final (parcela útil) con un promedio en el momento de la cosecha de 200 plantas por parcela.

Todas las parcelas se nivelaron a 0 % de pendiente en todo sentido, efectuándose el riego por surcos. Las cuotas de riego se calcularon por el método gravimétrico. Los controles de humedad edáfica se realizaron bisemanalmente, reponiéndose en cada riego la altura de agua necesaria para alcanzar la capacidad de campaña en el horizonte radical (40 cm hasta el 25 de enero y 60 cm a partir de esa fecha).

El trasplante se efectuó manualmente e inmediato a él se regaron todas las parcelas hasta asegurar el arraigo de las plántulas.

El estudio de la evolución vegetativa del cultivo se realizó en base a los siguientes datos: número total de hojas; número total de catáfilas; diámetro y peso fresco y seco de hojas y bulbo.

El muestreo de las plantas se realizó quincenalmente, mediante extracción de 50 plantas por tratamiento (10 por cada repetición).

Los bulbos fueron cosechados por parcelas individuales. En la tabla nº 1 se detallan los rendimientos expresados en gramos por planta y por parcela, en base a los cuales se realizó el análisis estadístico.

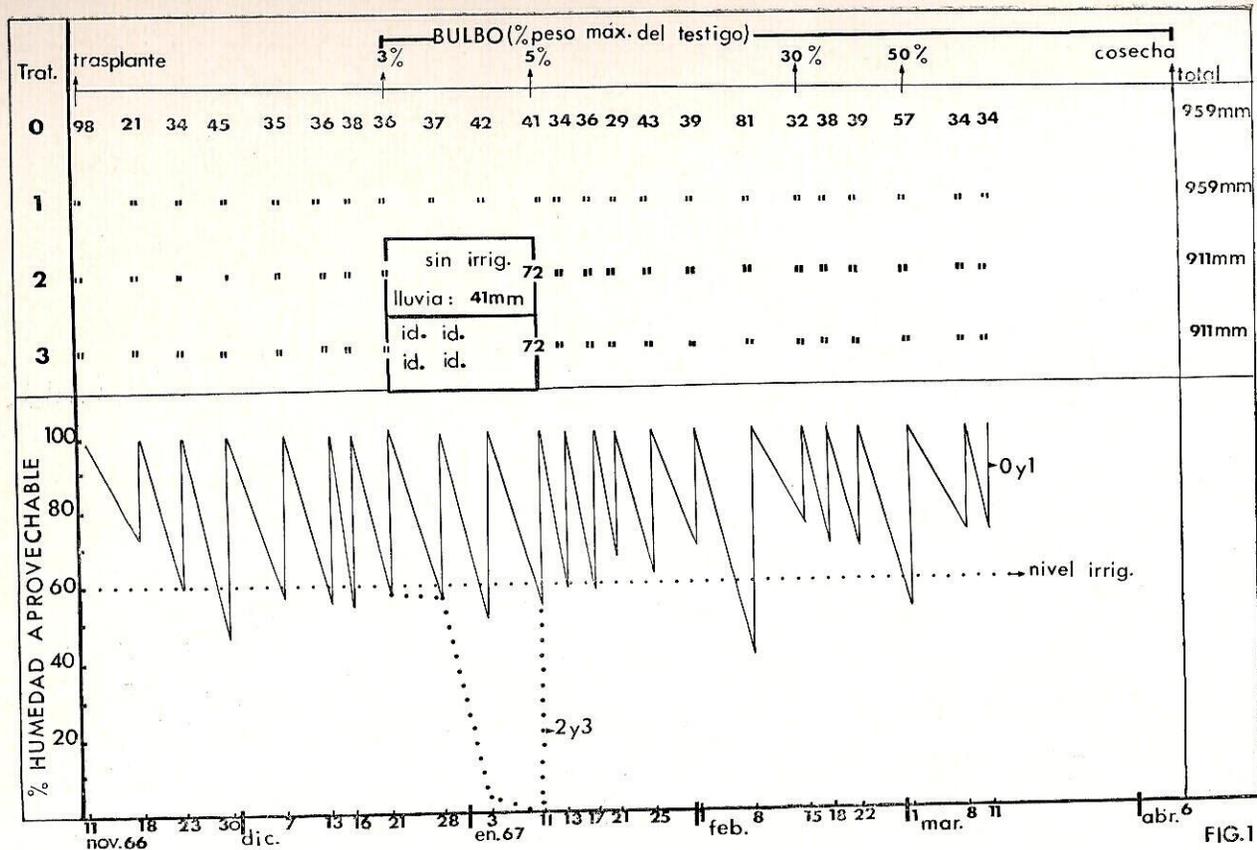


Fig. 1. — Tratamientos de sequía; enotas de riego aplicadas y evolución de la humedad edáfica correspondientes a cada una de las variantes

FIG.1

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

A) *Evolución de la humedad edáfica.*

En la figura n° 1 se detallan la evolución de la humedad edáfica entre riegos sucesivos y las cuotas de riego aplicadas. Estas fueron idénticas para todos los tratamientos, menos en el período de sequía (21.12.66-11.1.67) durante el cual los tratamientos 2 y 3 se mantuvieron sin irrigación hasta marchitamiento permanente de las plantas. La humedad edáfica registrada en ese momento se consideró como el coeficiente de marchitamiento permanente del suelo. Se adoptó este criterio considerando los resultados de trabajos anteriores (16) que demuestran que el coeficiente mencionado depende de la especie y del momento del ciclo vegetativo que se considere.

B) *Influencia de los tratamientos sobre la evolución vegetativa.*

En la figura 2 se representa la evolución vegetativa de los distintos tratamientos (número de hojas; peso fresco; número de catáfilas y diámetro del bulbo) desde la fecha del trasplante hasta el momento de la cosecha, cada uno de ellos expresado como porcentaje de los valores alcanzados por el testigo. En la figura 3 se representa la evolución de los pesos secos foliar y del bulbo, expresados en valores absolutos (gramos por planta). En la figura 4 se representan esos mismos valores en forma relativa (peso seco foliar/peso seco del bulbo).

Del análisis de estos datos se concluye:

1) La evolución de los datos del testigo (0) demuestra que cuando se inicia la formación del bulbo (período crítico de necesidad de agua) las plantas ya poseen entre el 60 y el 80 % de las hojas emergidas; entre el 40 y 50 % de las catáfilas y entre el 20 y 25 % del diámetro definitivo del bulbo. Además, hasta la finalización de dicho período, el peso seco foliar todavía sobrepasa al del bulbo. 25 a 30 días después la relación se invierte, decreciendo gradualmente hasta alcanzar valores mínimos en el momento de la cosecha. Ello indica que el período crítico coincide con el momento de máxima acumulación de peso seco foliar. Los otros valores aumentan bruscamente un mes después (24.1-14.2): el peso fresco del bulbo pasa del 5 al 30 %, el diámetro del 30 al 70 % y el número de catáfilas del 50 al 80 %. Ello demostraría que, simultáneamente al traslado masivo de material desde la parte aérea hacia el bulbo, éste inicia su crecimiento más aparente.

2) Los tratamientos de sequía en período crítico (variantes nos 2 y 3), con y sin sequía en almácigo, muestran una evolución similar, lo que indicaría la inexistencia de efecto rusticador por parte de la sequía en almácigo. La sequía en período crítico afecta notoriamente el peso fresco y el diámetro del bulbo. La evolución

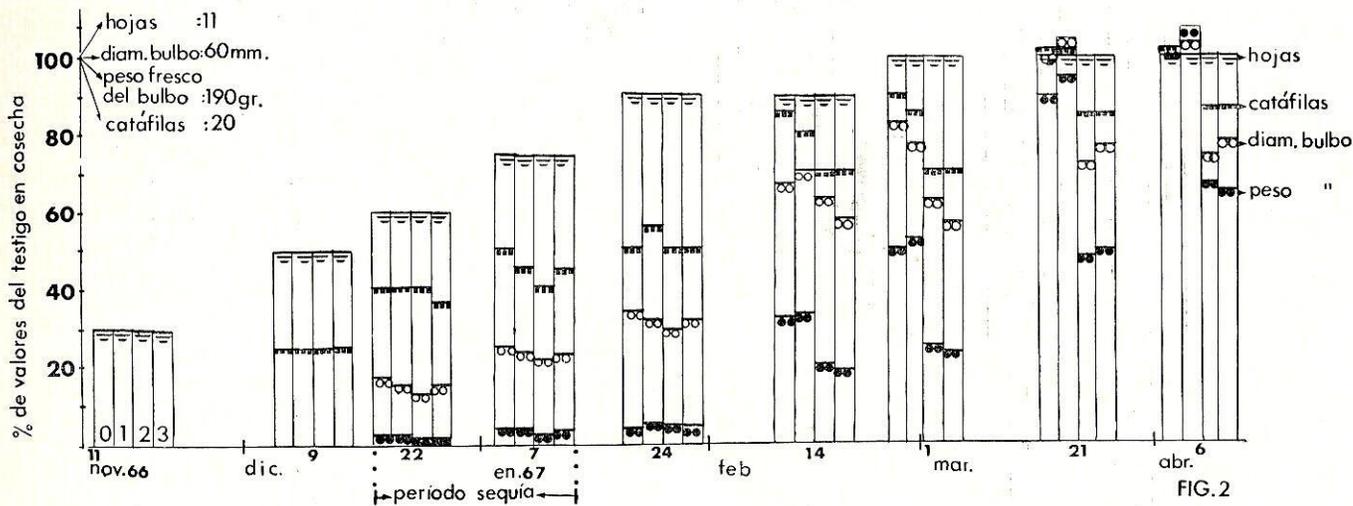


Fig. 2. — Evolución vegetativa de las plantas de cebolla correspondientes a cada tratamiento. Expresada en porcentaje de los valores alcanzados por la variante testigo en el momento de la cosecha

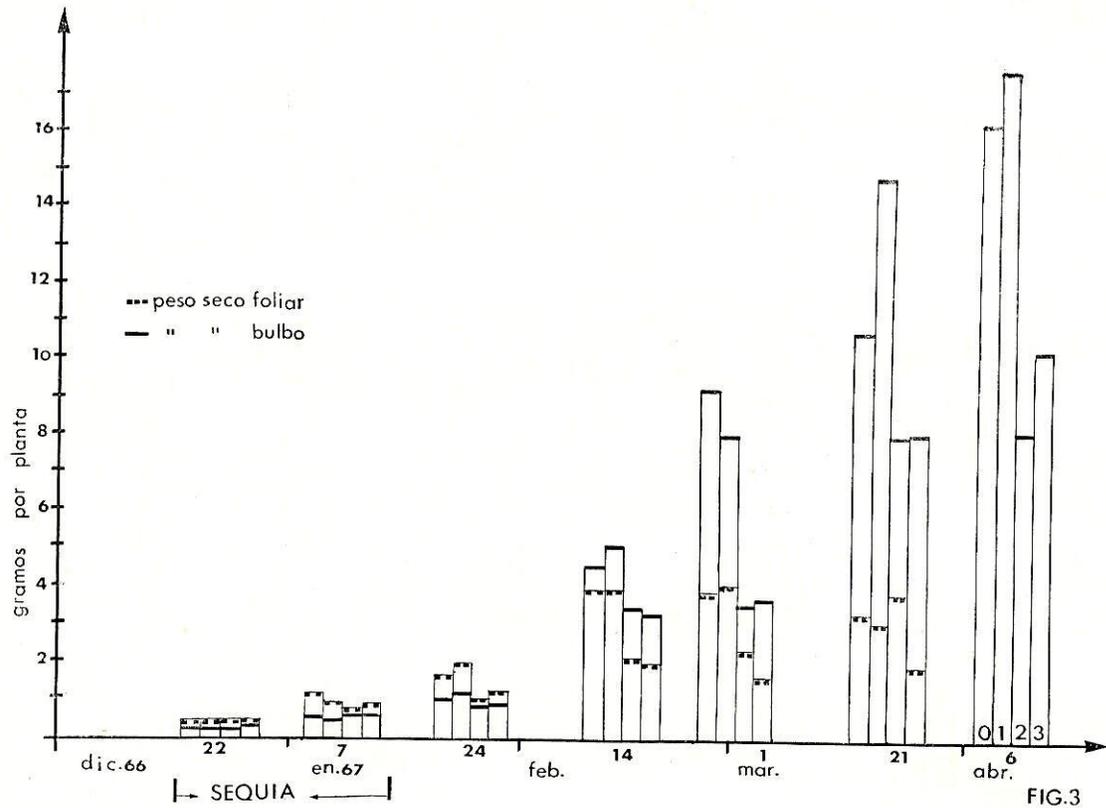


Fig. 3. — Evolución de los pesos secos foliar y del bulbo de cada uno de los tratamientos a través del ciclo vegetativo

TABLA N° 1

Rendimientos parcelarios (gramos por planta) en el cultivo de cebolla 1966-67.

Repeticiones	Tratamientos			
	0	1	2	3
I	216,6	249,2	151,5	170,0
II	217,0	193,0	126,3	173,1
III	135,9	166,1	161,4	129,3
IV	209,2	207,2	133,4	105,6
V	173,5	207,6	121,9	111,8
Mx	190,4	204,6	138,9	137,9

TABLA N° 2

Significancia de las diferencias entre los rendimientos promedios.  
Cultivo de cebolla. 1966-67.

Trat.	Mx	0	1	2	3
0.....	190,4	--	—	xx	xx
			14,2	51,5	52,5
1.....	204,6			xx	xx
				65,7	66,7
2.....	138,9			—	--
					1
3.....	137,9				—
					—

xx = Altamente significativo.

M. D. S.    5 % = 35,08  
              1 % = 49,18

de la relación peso seco foliar/peso seco del bulbo demostraría que el factor desencadenante en el decrecimiento de los valores mencionados anteriormente, sería la menor capacidad sintentizante de las hojas, y no el traslado en sí del material sintetizado.

### C) Influencia de los tratamientos sobre los rendimientos.

En las tablas 1 y 2 se detallan los rendimientos parcelarios y el resultado del análisis estadístico de las diferencias entre los rendimientos medios. Se concluye y se confirma <sup>(15)</sup> el fuerte efecto

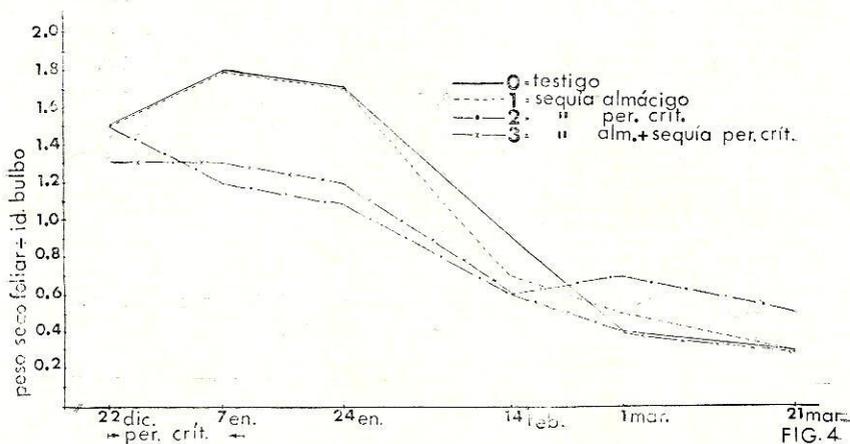


Fig. 4. — Evaluación de la relación : peso seco foliar / peso seco del bulbo en las diferentes variantes durante los respectivos ciclos vegetativos

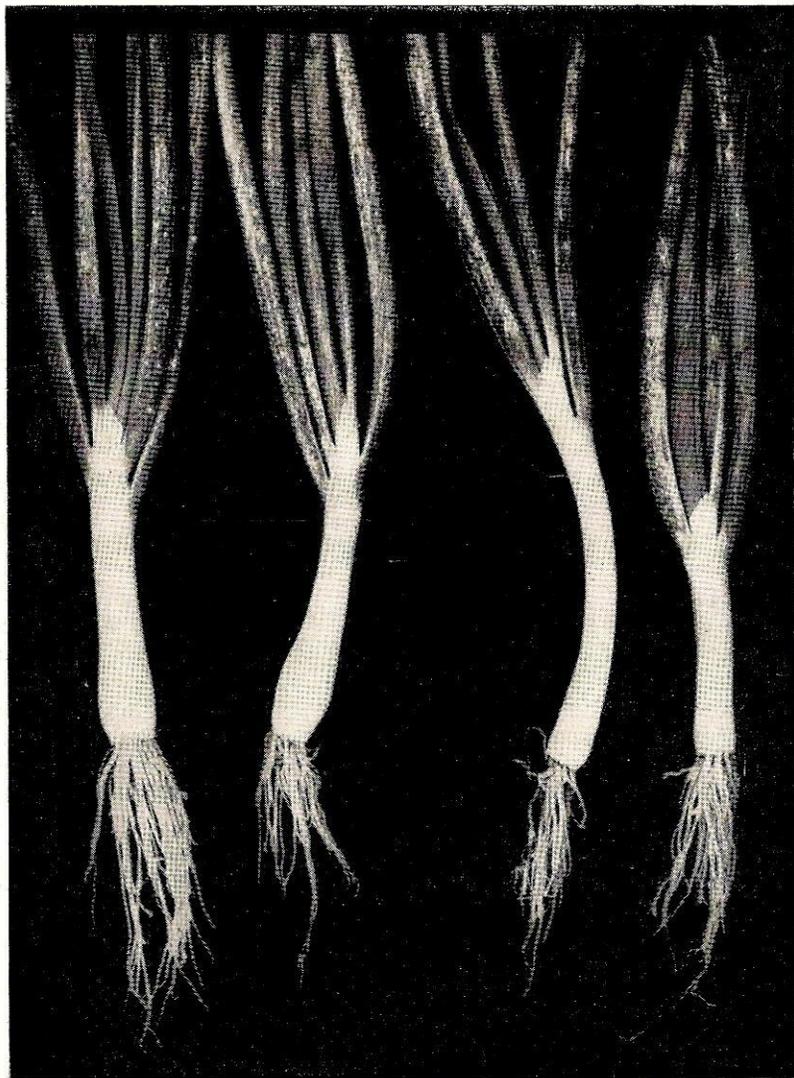
deprimente que la sequía produce sobre los rendimientos en período crítico. También se confirma la tendencia (diferencia estadísticamente no significativa) a incrementar los rendimientos que manifiesta el tratamiento con sequía en almácigo.

### D) Influencia de la sequía en almácigo sobre la iniciación de formación del bulbo.

En este ensayo se repite el efecto <sup>(15)</sup> de formación prematura de bulbo que induce el tratamiento de sequía en almácigo. En el momento del trasplante, las plántulas provenientes de ese tratamiento ya muestran indicios de engrosamiento de bulbo, mientras que ese efecto no se nota en aquellas pertenecientes al testigo (riego normal en período crítico) (fotografía adjunta).

1

0



Efecto de la sequía en almáxico sobre la iniciación de formación de bulbo (1)  
en relación al testigo sin sequía en almáxico (0)

## DISCUSION

Según se observa en la figura 2, la sequía aplicada en período crítico (iniciación de formación de bulbo), no afecta en forma significativa, ni inmediata y/o mediatamente, la formación y el número de catáfilas, pero sí ejerce una evidente acción detrimental sobre el proceso de engrosamiento de las mismas medida a través de la disminución del diámetro y peso del bulbo.

El período de sequía tampoco afecta a posteriori, el proceso de emergencia de nuevas hojas laminadas. En efecto, en la misma figura se aprecia que el comportamiento de las variantes con sequía es sensiblemente semejante al testigo.

Es necesario destacar que el efecto de la sequía sobre la disminución del ritmo del crecimiento del bulbo es distinto al que ejercen períodos de días cortos. En el primer caso, se afecta el ritmo de crecimiento (engrosamiento de la catáfilas); en el segundo caso, no se forman catáfilas en hojas alaminadas, sino que éstas se transforman en laminadas.

Es posible que la sequía aplicada en almácigo, al disminuir el ritmo de aparición y crecimiento de las raíces, induzca la formación prematura del bulbo que se observa en la variante sujeta a sequía en almácigo. La disminución en el tamaño y peso del bulbo que manifiestan las variantes sujetas a sequía cuando aquél comienza a formarse (período crítico), podría deberse a dos causas diferentes: por una parte, al efecto experimentalmente comprobado<sup>(12)</sup> de la disminución del ritmo de aparición de las raíces por efecto de la sequía; por otra, a la falta de agua necesaria para que las células catafilares desarrollen su máxima capacidad potencial de engrosamiento. Sin embargo, esta última posibilidad no parece jugar un rol primordial si se tiene en cuenta que trabajos anteriores<sup>(15)</sup> han demostrado que el efecto de la sequía durante el período de máxima intensidad de engrosamiento del bulbo, es menos aparente (de menor incidencia sobre el rendimiento) que durante la iniciación de formación del mismo. Es posible que el agua, a nivel celular, no sólo actúe como componente físico indispensable del engrosamiento celular, sino que modifique de alguna manera el metabolismo del o de los factores responsables (de naturaleza hormonal?) del engrosamiento de las células catafilares.

Los resultados expuestos en las figuras 3 y 4, demuestran que la sequía aplicada en iniciación de formación de bulbo determina una sensible disminución del peso seco de las hojas, posiblemente a través de una disminución de la actividad fotosintética<sup>(5)</sup>. Correlativamente se produce una disminución en el peso seco del bulbo. Es posible que dicha correlación sea causal. Esta presunción se basa en el hecho que el transporte no es mayormente afectado, ya que la relación peso seco foliar/peso seco del bulbo de-

crece en forma similar (figura 4) en las variantes con sequía en relación al testigo.

Con respecto a la influencia de los tratamientos sobre el rendimiento es importante señalar que en trabajos anteriores (15) se ha establecido que únicamente un período de sequía durante la iniciación de formación del bulbo (período crítico de necesidad de agua) afecta significativamente el rendimiento y no durante el siguiente, que corresponde al de los máximos incrementos en el engrosamiento del bulbo.

#### BIBLIOGRAFIA

1. ABDALLA, A. and L. K. MANN, 1963. Bulb development in the onion (*Allium cepa* L.) and the effect of storage temperature on the bulb rest. *Hilgardia* V. 35, n° 5.
2. AOBA, T., 1962. Studies on bulb formation and dormancy in the onion. VI. On the effect of short day treatment during the bulbing period and the bulb formation and sprouting. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.* 31, 73-80.
3. — 1964. Studies on bulb formation and dormancy in the onion. VIII. The effect of duration of short day treatment before bulb formation and of long day treatment before harvest on bulb formation and sprouting of onions. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.* 33, 46-52.
4. CLARK, J. E. and O. V. S. HEATH, 1962. Studies in the physiology of the onion plant. V. An investigation into the growth substance content of bulbing onions. *J. Expt. Bot.* 13, 227.
5. FISCHER, R. A. and R. M. HAGAN, 1965. Plant water relations, irrigation management and crop yield. *Exp. Agric.* 1, 161-177.
6. HEATH, O. V. S., 1945. Formative effects of environmental factors as exemplified in the development of the onion plant. *Nature* (London) 155, 623.
7. HEATH, O. V. S. and M. A. HOLLIES, 1965. Studies in the physiology of the onion plant. VI. A sensitive morphological test for bulbing and its use in detecting bulb development in sterile culture. *J. Expt. Bot.* 16, 128-144.
8. JONES, H. A., 1963. Onions and their allies. Leonard Hill (Books) Limited. London.
9. KATO, T., 1963. Physiological studies on bulb formation and dormancy in the onion plant. I. The process of bulb formation and development. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.* 32, 229-237.
10. — 1963. Physiological studies on bulb formation and dormancy in the onion plant. II. Histological observations on bulb formation and development. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.* 32, 303-310.
11. — 1963. Physiological studies on bulb formation and dormancy in the onion plant. III. Effects of external factors on bulb formation and development. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.* 33, 53-61.
12. — 1963. Physiological studies on bulb formation and dormancy in the onion plant. IV. The role of leaves and roots in bulb formation and development. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.* 34, 127-133.
13. KRUSHILIN, A. S. and Z. M. SHVEDSKAYA, 1962. Peculiarities of phasic development and morphogenesis in onion (*Allium cepa* L.). *Soviet Plant Physiol.* 9, 368-375.
14. LIS, B. R. de; I. PONCE and R. M. TIZIO, 1964. Studies on water requirements of horticultural crops. I. Influence of drought at different growth stages of potato on the tuber's yield. *Agron. J.* 56, 377-381.
15. LIS, B. R. de; I. PONCE; J. B. CAVAGNARO and R. M. TIZIO, 1967. Studies on water requirements of horticultural crops. II. Influence of drought at different growth stages of onion. *Agron. J.* 59, 573-576.

16. LIS, B. R. de; J. B. CAVAGNARO y R. M. TIZIO, 1968. Estudios sobre requerimientos hídricos en especies hortícolas. III. Influencia de la sequía sobre la modalidad vegetativa y rendimiento del ajo. *Rev. Invest. Agrop.* (INTA), Serie 2, Biología y Producción Vegetal, 5, 11-22. Buenos Aires.
17. MURTHY, K. S. and R. M. RAO, 1964. Effect of irrigation and manuring on onion (*Allium cepa* L.). *Andhra Agric. J.* 11, 214-223.
18. SALTER, P. J. and J. E. GOODE, 1967. Crop responses to water at different stages of growth. *Res. Rev. Commonw. Bur. Hort., East Malling* 2, pp. 246.
19. SINGH, R. and R. B. ALDERFER, 1966. Effects of soil moisture stress at different periods of growth of some vegetable crops. *Soil Sci.* 101, 69-80.
20. STRYDOM, E., 1964. A root study of onions in a irrigation trial. *S. Afr. J. Agric. Sci.* 7, 593-601.
21. WAISTER, P. D., 1963. Water stress as a guide to irrigation practice. *Rep. School Agric. Univ. Nottingham.*