

# Estudio preliminar de requerimientos hídricos en cebolla (*Allium cepa* L.) cv. Valcatorce en relación a la producción de semilla

Borgo, R., O.M. Stahlschmidt y R.M. Tizio

## RESUMEN

Se evaluó el efecto de déficit hídricos impuestos en distintos periodos del ciclo vegetativo de la cebolla (*Allium cepa* L.) cv Valcatorce, en relación al rendimiento en semilla obtenida por el método "semilla-bulbo-semilla". Los déficit hídricos se impusieron por suspensión del riego durante los siguientes periodos fenológicos: 1) Vegetativo, desde emergencia de las plantas hasta inicio de alargamiento del escapo floral; 2) crecimiento del escapo floral; 3) "llenado" de semillas y 4) Testigo regado a un umbral de, aproximadamente, el 60 % de agua disponible en el suelo. Se determinó: a. número de umbelas/planta; b. flores/umbela; c. semillas/umbela; d. peso seco de follaje/planta; e. peso de mil semillas y T50; se calculó: rendimiento por hectárea, porcentaje de cuaje, número de flores/planta y número de semillas/flor. Los potenciales agua alcanzados al final de los tratamientos fueron: en 1)  $-1,26$  MPa; 2)  $-0,9$  MPa y 3)  $-1,02$  MPa. El testigo osciló entre  $-0,23$  y  $-0,6$  MPa. Los resultados muestran que la sequía durante el crecimiento vegetativo y de los escapos florales afectó severamente el rendimiento en semilla y sus componentes. Ello principalmente debido a un menor número de umbelas por planta y flores por umbela que se vieron reducidos en un 86 % y 53 % en el tratamiento 1 y un 53 % y 25 % en el tratamiento 2 y como consecuencia, una reducción en el número de flores por planta del 94 % en el primer período y del 65 % durante el crecimiento de los escapos. La sequía impuesta en dichos periodos provocó una disminución en el peso seco del follaje del orden del 46 % para el primer período y del 30 % para el segundo. La sequía impuesta durante la fase de "llenado" de semillas no afectó el rendimiento. En ningún caso la sequía afectó la calidad de la semilla expresada por el peso de mil semillas, el poder germinativo y el vigor estimado por el test T50.

**Palabras clave:** cebolla; semilla, rendimiento; estrés hídrico; periodos críticos; fases fenológicas; riego.

Borgo, R., O.M. Stahlschmidt y R.M. Tizio, 1993. Preliminary study on water requirements in onion (*Allium cepa* L.) cv. Valcatorce, related to seed production. Agriscientia, X : 3-9.

## SUMMARY

The effect of water stress applied effect in different periods of the life cycle of onion (*Allium cepa* L.) (cv. Valcatorce) on seed production of crops management by the "seed-bulb-seed" techniques were evaluated. Drought effects were obtained by interruption of irrigation during the following phenological phases: 1) vegetative, from plant emergence to just prior elongation of flower stalks; 2) flower stalk growth; 3) fruit growth and 4) control normally irrigated according to the technique used in the region of La Consulta, Mendoza, Argentina. The following parameters were evaluated: a. umbels per plant; b. flowers per umbel; c. seeds number per umbel; d. foliage dry weight; e. weight of 1000 seeds. Seed yield per hectare and seeds number per flower were also calculated. Water potentials (in MPa) reached by plants at the end of each treatment were: in 1) -1,26; in 2) -0,9; in 3) -1,02 and in 4) -0,28 to -0,60 MPa. The results show that drought during vegetative period and growth of flower stalks drastically affected seed yield and their components. This was due to a lesser number of umbels per plant and flowers per umbel (86 % and 54 % respectively for treatment 1 and 53 % and 25 % for treatment 2). A decrease of about 46 % and 30 % in the dry weight per plant was accounted for the drought imposed in the vegetative and growth stalk periods, respectively. Drought during fruit growth did not affect seed yield. In no case did drought affect seed weight or seed germination power and seed vigour estimated through T50 test.

**Key words:** onion; seed; yield; water stress; critical periods; phenological phases; irrigation.

R. Borgo, E.E.A. INTA La Consulta, Mendoza, Argentina; O.M. Stahlschmidt y R.M. Tizio, Cátedra de Fisiología Vegetal, F.C.A., U.N. Cuyo, Mendoza, Argentina.

## INTRODUCCIÓN

Los trabajos sobre requerimientos hídricos en cebolla se han orientado principalmente a la producción de bulbos, siendo escasas las experiencias desarrolladas en relación a los efectos de períodos de sequía sobre el rendimiento en semilla (Rabinowitch y Brewster, 1991).

Los relativos a la producción de bulbo presentan divergencias en cuanto a la necesidad de agua durante el desarrollo del ciclo vegetativo de la planta. Algunos de los trabajos concluyen que la ocurrencia de períodos de estrés hídrico ejerce efectos negativos sobre el rendimiento (Curry, 1937; Hawthorn, 1938; Achar *et al.*, 1984). Jones y Johnson, (1958) sostienen que el mayor efecto detrimental ocurre durante la primera parte del ciclo. Sin embargo, Srydom (1967) no logró poner en evidencia la existencia de períodos críticos de requerimientos hídricos.

La gran mayoría de los trabajos señalados se realizaron sobre la base de criterios hidrológicos o de frecuencia o intensidad de riego, sin considerar las diferentes etapas o estadios fenológicos que la planta cumple desde almácigo hasta cosecha de los bulbos (Drinkwater y Janes, 1955; Strydom, 1967). Por el contrario, Lis *et al.* (1967), tuvieron en cuenta aquellos estadios. Los resultados obtenidos demostraron la existencia de períodos críticos de necesi-

dad de agua desde emergencia de las plantas hasta el momento en que el bulbo alcanzó un tercio de su máximo crecimiento. Durante este período el déficit hídrico afectó significativamente el rendimiento y el número de hojas expandidas. Además se demostró que sequía en almácigo o en la última etapa de crecimiento del bulbo, a partir del 50 % de su tamaño definitivo, no incidió en el rendimiento final.

Los trabajos sobre requerimientos hídricos en cebolla para la producción de semilla, tampoco consideraron los diferentes estadios fenológicos que cumple la planta desde la plantación del bulbo hasta las etapas de fructificación y "llenado" de las semillas (Mac Gillivray, 1950 y Millar *et al.*, 1971). Desde otro punto de vista, y en relación a la necesidad de riego para las condiciones ambientales de California, suministros considerados "suficientes" y "abundantes" produjeron aumentos en los rendimientos en semilla del orden del 125 % en cultivares precoces y del 245 % para los tardíos con respecto a los "no regados" (Mac Gillivray, 1948).

Según Millar *et al.* (1971), el estrés hídrico afectaría la polinización y fecundación de las flores y, como consecuencia, la formación y crecimiento de las semillas. Este efecto detrimental se debería a la intensidad del estrés que se desarrolla a nivel de las inflorescencias, causado por el alto grado de ramificaciones vasculares existentes en el extremo del

escapo floral; a su vez incrementado por el gran número de flores por umbela (alrededor de mil). Ello aumentaría notablemente las resistencias hidráulicas al flujo de agua, que alcanzaron valores 5 a 8 veces superiores a los foliares. Ello se confirmó por el hecho de que las diferencias en los  $\Psi_a$  entre los pedicelos y flores y el suelo alcanzaron valores del orden de  $-0,9$  MPa, aun en plantas crecidas en condiciones de capacidad de campo (Millar *et al.*, 1971).

El objetivo del presente trabajo fue el de establecer la posible existencia de períodos críticos de necesidad de agua durante el ciclo vegetativo de plantas de cebolla originadas de bulbos, sobre el rendimiento en semilla y la calidad de las mismas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en condiciones de campo durante el ciclo 1988/89, en la Estación Experimental Agropecuaria La Consulta INTA, Mendoza, Argentina. Dicha estación está ubicada en la región del Valle de Uco que posee las siguientes características climáticas:

Mes	Promedios		Evaporación <sup>1</sup> (mm/día)
	Temp. máx. (° C)	Temp mín. (° C)	
Agosto	0,4	15,8	3,0
Setiembre	4,0	18,5	4,0
Octubre	5,6	20,4	6,5
Noviembre	10,7	25,2	8,0
Diciembre	12,8	26,2	9,0
Enero	13,7	28,3	8,0

<sup>1</sup> Datos de evaporación de tanque tipo "A".

El suelo donde se llevó a cabo el ensayo se caracterizó por poseer una capa de textura franco arcillosa con una profundidad de 0,5m seguida de un subsuelo de grava. La densidad aparente fue de 1,36; el contenido de materia orgánica de 0,79 % y el de Nitrógeno total de 714 ppm; fósforo disponible 14,6 ppm; pH de 7,7 y conductividad eléctrica de 3800 microohms/cm. Estos valores de salinidad son compatibles con un normal desarrollo del cultivo, si se tiene en cuenta que la cebolla tiene una moderada tolerancia relativa a la salinidad que oscila entre 4500 y 5000 micromhos/cm (Laboratorio de Salinidad de EE.UU., 1977). Mediante la construcción de curvas de retención hídrica se determinó el contenido de agua disponible que fue de: 21,5 % (p/p) en

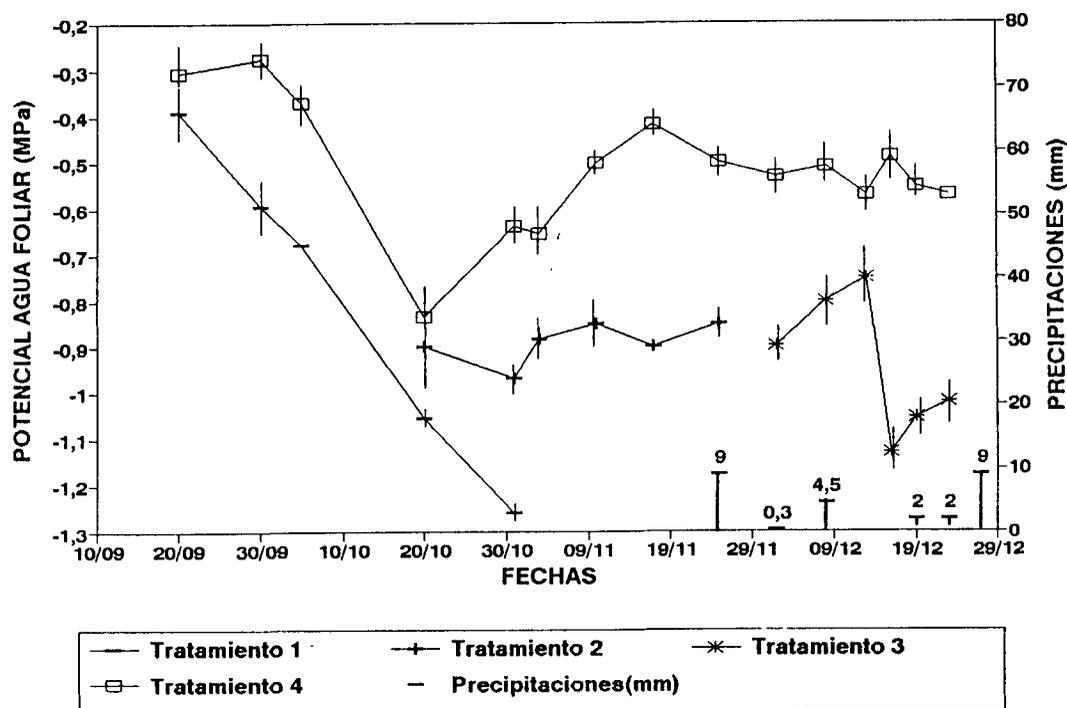
capacidad de campo ( $-0,02$  MPa) y de 8,35 % (p/p) en el punto de marchitamiento ( $-1,5$  MPa). La lámina total de agua útil fue de 178 mm. La estimación de este valor se realizó a través de las mediciones del caudal suministrado, para lo cual se utilizó un aforador "Cipolletti" y la velocidad de infiltración. Las parcelas fueron fertilizadas 2 meses antes de la implantación del ensayo con el equivalente a 200 k/ha de Sulfato de amonio (20,6 % de Nitrógeno total).

Se utilizaron bulbos del cultivar Valcatorce-INTA tamaño N° 5 (diámetro transversal entre 46 mm y 55 mm) según normas IRAM (IRAM 1983), provenientes de cultivos destinados a la multiplicación en dicha Experimental. Los bulbos fueron obtenidos por el método tradicional que consiste en sembrar en almácigo en junio y realizar el trasplante en setiembre. En estas condiciones el ciclo del cultivo se extiende por 180 días llegando a cosecha en marzo. Los bulbos son almacenados en "pilas" a campo hasta el momento de plantación, para la producción de semillas, en agosto.

El ensayo se realizó sobre la base de un diseño experimental de bloques completos al azar, con 5 repeticiones. Los datos obtenidos se sometieron al análisis de la varianza y comparación de medias por el test de Tukey ( $P < 0,05$ ). Cada parcela estuvo constituida por 4 surcos de 5 metros de largo y a 0,8 m entre surcos. Los bulbos fueron plantados a razón de 8 bulbos por metro lineal.

Siguiendo el criterio utilizado en un trabajo anterior (Lis *et al.*, 1967), se tuvo en cuenta los diversos estadios que caracterizan el ciclo vegetativo, desde la plantación de los bulbos hasta cosecha de las semillas. Se efectuaron los siguientes tratamientos: 1) sequía durante el período vegetativo comprendido entre la emergencia de las plantas y el inicio del alargamiento de los escapos florales; 2) sequía durante la fase de alargamiento de los escapos florales hasta inicio de antesis; 3) sequía durante el "llenado" de las semillas y 4) Testigo regado manteniendo un umbral del 60 % de agua útil en el suelo, según la técnica utilizada usualmente en la región.

Todos los tratamientos comenzaron con el suelo en capacidad de campo, tomando como inicio de los mismos cuando el 70 % de las plantas se hallaron en el estadio correspondiente. Los riegos se realizaron por surco, con control del caudal suministrado y con una frecuencia de uno por semana. Es importante aclarar que debido a desperfectos en la red de riego, durante el período entre el 5 al 20 de octubre, se suministró aproximadamente, la mitad del caudal necesario para mantener el umbral del 60 % de agua disponible. Ello explica la abrupta caída en los  $\Psi_a$  foliares que se observan en la figura 1 durante este período. La imposición de la sequía se



**Figura 1.** Evolución de los potenciales hídricos foliares durante los distintos tratamientos: 1) sequía en período vegetativo, 2) sequía en crecimiento de escapos, 3) sequía en "llenado" de semillas y 4) testigo regado normalmente. Precipitaciones ocurridas durante el ensayo. Las barras verticales indican los errores estándar (donde no se indican están comprendidos en el punto).

realizó por suspensión de los riegos al inicio de cada uno de los estadios considerados.

El grado de estrés alcanzado a nivel de planta durante cada tratamiento se estableció realizando mediciones del potencial agua total a nivel de hoja, utilizando la cámara de presión de Schölander (Schölander *et al.*, 1965). Aquellas se realizaron con una frecuencia de una vez por semana, el día anterior al riego semanal correspondiente al testigo. Para ello, se muestreó la hoja cronológicamente más joven, sin síntomas de marchitamiento. Se tomó una sección de aproximadamente 1 cm de ancho, de la parte central de la mitad apical de la hoja. Las determinaciones se realizaron entre las 11.30 y 13.00 hs. sobre 5 plantas de cada parcela en tratamiento y del testigo.

Al momento de cosecha se determinó el número de umbelas/planta; número de flores/umbela; número de semillas/umbela; peso seco del follaje/planta; y peso de semillas/planta. Para la determinación del número de umbelas/planta y el rendimiento en semilla se consideraron los 3 metros centrales de los dos surcos del medio en cada parcela. El recuento del número de flores por umbela se efectuó mues-

treando al azar 7 inflorescencias por parcela. A su vez, el número de semillas /umbela, se determinó en base a los pesos de mil semillas y de semillas por umbela. El análisis de la calidad de la semilla se basó en la determinación del peso de mil semillas, poder germinativo y vigor estimado mediante el test T50 (Ellis y Roberts, 1980)

## RESULTADOS

La Figura 1 muestra la evolución de los  $\Psi_a$  del testigo y los distintos tratamientos de sequía.

Los datos de la Figura 1 muestran que la sequía impuesta desde la emergencia hasta el inicio del crecimiento de los escapos florales, determinó el valor más bajo de  $\Psi_a$  en relación a los restantes tratamientos. El tratamiento 3 (sequía en "llenado" de las semillas) también alcanza relativos bajos valores de  $\Psi_a$  (-1,03 MPa), los que sin embargo no guardaron relación con el rendimiento obtenido, ya que no presentaron diferencias significativas con respecto al testigo hecho que se correlacionó con un efecto altamente detrimental en el rendimiento en semilla (Tabla 2).

**Tabla 1.** Valores de los componentes del rendimiento alcanzados por los diferentes tratamientos durante los respectivos ciclos vegetativos de las plantas y porcentaje de variación con respecto al Testigo.

Variables	Tratamiento			
	1	2	3	4
Rend. en semilla (kg./ha)	39c	254b	547a	620a
% testigo	6	41	88	
umbelas/planta (N°)	0,26c	0,87b	1,98a	1,85a
% testigo	14	47	107	
flores/umbela (N°)	189,6c	306,0b	401,6ab	408,4a
% testigo	46	75	98	
semillas/flor (N°)	1,77a	2,17a	1,72a	2,10a
% testigo	84	103	82	
semillas/umbela (N°)	336,4b	663,6a	692,4a	856,2a
% testigo	39	77	81	
cuaje (%)	63,3a	71,7a	58,6a	70,1a
% testigo	90	103	84	
Peso Seco Follaje (g)	5,1c	6,6bc	8,7ab	9,4a
% testigo	54	70	92	
Peso 1000 semillas (g)	3,8a	4,1a	3,9a	3,8a
% testigo	100	108	103	

Valores seguidos por las mismas letras no difieren significativamente, entre tratamiento, a nivel del 5 % (test de Tukey)

Los resultados consignados en la Tabla 2 muestran que la sequía en período vegetativo ejerció un efecto altamente detrimental sobre el número de umbelas/planta, que se redujo en un 86 % respecto al testigo y flores/umbela que fue un 53 % inferior. El número de flores/planta reflejó una drástica reducción, que de 755 en el testigo disminuyó a 49 en el tratamiento 1.

El componente del rendimiento semillas/umbela se vio afectado por aquel tratamiento en un 61 % de disminución con respecto al testigo. Cuando se impuso sequía durante el crecimiento de los escapos

(tratamiento 2), también se afectaron las variables antes mencionadas en una similar proporción entre ellas, pero en menor medida si se las compara con el tratamiento 1.

Los efectos detrimentales del estrés hídrico también se reflejan cuando se calcula el número promedio de semillas por planta (semillas/planta = umbelas/planta x semillas/umbela) (datos no mostrados), cuya disminución alcanza al 95 % para el tratamiento 1 (sequía en período vegetativo), y del 64 % para el tratamiento 2. Sin embargo, el tratamiento 3 (sequía en "llenado" de semillas), aunque el número de

**Tabla 2.** Relación porcentual del peso seco del follaje por planta (PSF) con el correspondiente al testigo (PSFT) y relación entre gramos de semilla y de peso seco de follaje por planta (PSF).

Trat	PSF/PSFT (%)	Semillas (g)/PSF(g)
1	54	0.07
2	70	0.35
3	93	0.61
4	100	0.64

umbelas fue levemente superior al testigo (7 %), el número de semillas por planta disminuyó un 13 %. Ello se tradujo en una tendencia no significativa de disminución del rendimiento en semilla calculado por hectárea (Tabla 2).

No obstante las diferencias apuntadas, los porcentajes de "cuaje" no presentan diferencias significativas, ni tampoco en el número medio de semilla producidas por flor.

La tabla 2 muestra que la relación peso de semillas/peso seco del follaje (PSF) por planta, arrojó índices de 0,065 y 0,346 para los tratamientos de sequía en período vegetativo y de crecimiento de los escapos, respectivamente, mientras que el índice fue de 0.641 en el caso de las plantas testigo.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este ensayo, indican claramente que la drástica caída del rendimiento en semilla del cultivar de cebolla Valcatorce, provocada por déficit hídricos durante el período vegetativo y de crecimiento del escapo, se debió a una significativa reducción del número de umbelas por planta y de flores por umbela, y, en consecuencia una disminución del número de flores por planta. En función de ello, la variable más asociada al rendimiento final obtenido fue el número de flores por umbela ( $r = 0,98$ ;  $n = 5$ ) y, en consecuencia, el de semillas por umbela. Ello se manifiesta aun cuando los tratamientos de sequía se los refiere a un testigo que también sufrió un inesperado período de déficit hídrico en la última etapa del período vegetativo (Figura 1). Ello determinó que dichos testigos no alcanzaran los valores de rendimiento considerados "normales" para la zona, los que usualmente oscilan entre 600 y 800 kg/ha, de semilla.

La ausencia de diferencias significativas en el porcentaje de flores cuajadas, y un número similar de semillas por flor (Tabla 1), sugiere que la sequía no afectó la polinización ni la fecundación de las flores, una vez que éstas se expandieron normalmente. El comportamiento apuntado indica que ambos fenómenos ocurren aun en condiciones de  $\Psi$  a bajos teniendo en cuenta que Millar *et al.* (1971), determinaron, en plantas crecidas en condiciones de capacidad de campo, diferencias de potenciales agua de  $-0,9$  MPa entre flores y pedicelos y respectivo escape. Ello nos permite suponer que en las condiciones de nuestro ensayo dicha diferencia sería aún mayor durante los períodos de sequía experimentados. En ese sentido, debe tenerse en cuenta que la resistencia al flujo de agua calculada por aquellos autores, a nivel de escape, fue de 5 a 8 veces mayor que a nivel de hoja.

La fuerte disminución del número de umbelas por planta y de flores por umbela en el tratamiento 1, parece indicar que el estrés hídrico operado durante este período afectó la diferenciación de estructuras reproductivas, mientras que en el tratamiento 2 habría provocado una inhibición en el alargamiento de escapos conjugada con un alto nivel de abscisión floral.

La proporcionalmente mayor caída de "destinos potenciales" (flores por planta) en los tratamientos de sequía, con respecto a la disminución en el tamaño de las "fuentes" estimado por el peso seco del follaje por planta (PSF), traería como consecuencia una menor demanda por fotoasimilados en esos tratamientos y por lo tanto una menor partición de materia seca hacia las semillas.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo indican la existencia, durante la fase de crecimiento vegetativo y el de los escapos, de períodos críticos de necesidad de agua en relación a la producción de semilla. Los déficit hídricos impuestos en estos períodos se manifestaron por una drástica caída del rendimiento en semilla, provocada por una significativa disminución del número de flores por umbela y del número de umbelas por planta.

Los datos registrados también demuestran que la sequía no afectó la polinización ni la fecundación de las flores normalmente expandidas, pero incidió negativamente sobre la diferenciación y crecimiento de escapos con un aumento concomitante de la abscisión de flores.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Brown, M.J., J.L. Wright, R.A. Kohl, 1977. Onion-seed yield and quality as effected by irrigation management. *Agron. Journal*, 69; 369-372.
- Curry, A.S., 1937. Irrigation experiments with Early Grano onion. *N M. Agr. Exp. Sta. Bull.* 245.
- Drinkwater, W.O., B.E. Janes, 1955. Effects of irrigation and soil moisture on maturity, yield and storage of two onion hybrids. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 66; 267-278.
- Ellis, R.H., E.H. Roberts, 1980. Toward a rational basis for testing seed quality, p 605-635. In P.D. Iebblethwaite. *Seed Production*. Butterworths, London, 694 p.
- Gayal, M.R., G. Luna, E. Recio De Hernández, L.E. Rivera, E. Caravallo, 1985. Effects of water application rates and planting density pon size arrangements of drip irrigated onions. *J. Agric. Univ. Puerto Rico*, 69; 383-389.
- Hawthorn, L.R., 1938. Cultural experiments with Yellow Bermuda onions. *Texas Agr. Exp. Sta. Bull.* 561.
- IRAM (Instituto de Racionalización Argentino de Materiales) Norma Argentina para cebolla de mercado interno. Resolución 297/83. 1983
- Jones, S.T., W.A. Johnson, 1958. Effect of irrigation at minimum levels of soil moisture and of imposed droughts on yield of onions and potatoes. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 71,440-445.
- Lis, B.R. De, I. Ponce, J.B. Cavagnaro, 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.
- Mac Gillivray, J.E., 1948. Effect of irrigation on the yield of the onion seed. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 51; 423-427.
- Mac Gillivray, J.E., 1950. Effect of irrigation on the yield and pungency of onions. *Food Tech.* 4; 489-492.
- Millar, A.A., W.R. Gardner, S.M. Goltz, 1971. Internal water status and water transport in seed onions plants. *Agron. J.* 63; 779-784.
- Rabinowitch, H.D., J.L. Brewster, 1991. Onions and allied crops. Vol. I: Botany, Physiology and Genetics; CRC Press, Editors. p 273.
- Scholander, P.F., E.D. Hammel, L. Bradstreet, E.A. Hemmingsen, 1965. Sap pressure in vascular plants. *Science* 148:339-346.
- Strydom, E., 1967. Irrigation studies with onions *S. Afr. J. Agric. Sci.* 10, 767-780.
- Laboratorio de Salinidad de los EE.UU., 1977. Diagnóstico y rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos. Ed. LIMUSA 6ª edición, México.