

CAPÍTULO SEGUNDO
CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE DISTINTOS
CULTIVARES DE CEBOLLA

CAPÍTULO SEGUNDO

2. CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE DISTINTOS CULTIVARES DE CEBOLLA

2.1. INTRODUCCIÓN

La cebolla (*Allium cepa* L.) es una planta bianual y alógama que presenta un alto grado de heterocigosis (Dowker, 1990), por lo que la obtención de una buena calidad de producto ya se inicia al mantener las parcelas de producción de semilla de variedades distintas lo suficientemente separadas para impedir o disminuir al mínimo los cruzamientos naturales, la mezcla de caracteres distintos (Castell, 1978).

Existen cientos de cultivares que se han obtenido a lo largo de los siglos para adaptarse a los diversos climas y gustos alimentarios, desde altas latitudes como en Dinamarca (Jensen, 1986) a zonas tropicales (Saxena *et al.*, 1974 ; Muñoz y Prats, 1984) .

En España existen cultivares locales que se destinan fundamentalmente al mercado interior en producto en fresco, concretamente en la zona donde se ubica la presente tesis se cultivan cebollas de la variedad Colorada de Figueras, originaria de la zona de Figueras en Girona (Casallo, Mateo y Sobrino, 1991) y que se consumen en la propia comunidad autónoma. No obstante, en las listas de cultivares comercializados a mayor escala, cobran cada vez más importancia los híbridos frente a los cultivares tradicionales (Brewster, 1994). En España, las variedades híbridas con más éxito provienen básicamente de obtentores japoneses. Estas nuevas variedades han ganado en precocidad al cultivar Babosa (20 - 30 días) y han supuesto también, en relación al cultivar citado, una mejora en la calidad de conservación y características de la cubierta, así como una menor propensión a la floración prematura (Miguel, 1991). No obstante, debido a otros aspectos ligados a su forma, color y tamaño, muchas de estas nuevas variedades han sido también rechazadas (Castell y Castell, 1991).

Como características generales del cultivo de la cebolla en relación al entorno edafo-climático, cabe destacar el ser sensible a la salinidad, semitolerante en relación al sodio intercambiable (Porta, López-Acevedo y Roquero, 1999) y poco tolerante a la acidez del suelo (Maroto, 1995).

Los cultivares se caracterizan por su distinta tolerancia a las bajas temperaturas, mientras unos toleran fuertes heladas invernales, alrededor incluso de -10 °C otros, especialmente algunos cultivares precoces de color blanco, son poco tolerantes (Tronickova, 1966). La resistencia a bajas temperaturas va ligada a la edad de la planta, siendo las plántulas más susceptibles al frío en los estados iniciales (Peffley, Ortiz y Corgan, 1981). Comercialmente se aprecian los cultivares en los que la tolerancia al frío vaya ligada a la resistencia a la floración prematura (Salter y James, 1975).

La temperatura condiciona además el proceso de germinación considerándose como temperatura mínima 4 °C y máxima 35 °C (Japón, 1982).

Existe también una adaptación varietal muy grande a unas determinadas condiciones climáticas en lo referente a la formación de bulbos y a la floración, básicamente en relación a la longitud del día y la temperatura (Maroto, 1995). El inicio de la bulbificación va asociado a una longitud de día que varía según los cultivares, desde 12 h (cultivares procedentes de bajas latitudes) a más de 16 h (básicamente cultivares del norte de Europa). Es decir, la bulbificación va asociada a días largos aunque los cultivares difieren en el umbral de fotoperiodo necesario para el desarrollo del bulbo. Por encima de un umbral fotoperiódico mínimo, el proceso de bulbificación se acelera al incrementarse la temperatura, incrementarse la intensidad lumínica, y con cambios en la composición espectral de la radiación, concretamente disminuyendo la relación en las bandas del rojo/rojo lejano. A su vez, el proceso de la bulbificación es un proceso reversible hacia la producción de nuevos limbos si el desarrollo de los bulbos se produce en un periodo de disminución del fotoperiodo y de las temperaturas (Brewster, 1990b), por lo que el bulbo no alcanza la madurez.

La inducción floral en cebolla se describe ligada básicamente a un periodo de bajas temperaturas una vez superada la fase juvenil (Rabinowitch, 1990). La duración de este periodo y las temperaturas óptimas para la inducción y desarrollo floral presentan una gran variabilidad entre cultivares (ver capítulo sexto).

La incorrecta adaptación a las condiciones de temperatura y fotoperiodo pueden provocar una floración prematura, es decir, floración en el primer año de cultivo (por ejemplo en siembras tempranas de algunos cultivares), impedir la bulbificación o el no alcanzar la madurez del bulbo (por ejemplo en siembras tardías de algunos cultivares).

En Lleida la duración teórica máxima de la insolación se produce en junio con 15,1 h y para que no existan problemas en la recolección, la madurez de las plantas que se almacenarán debe alcanzarse no más tarde de finales de agosto. Asimismo y de forma general, la siembra en cultivares de día largo no puede ser anterior a finales de enero o principios de febrero para evitar problemas asociados a floraciones prematuras o periodos de heladas continuas (Bosch, 1993) en estados iniciales de desarrollo.

Si las producciones van a destinarse a consumo en fresco, preferentemente a exportación, se requieren bulbos de diámetro superior a 6 cm y de forma redondeada, con túnicas bien coloreadas y sin síntomas de floración prematura, es importante una buena conservación hasta el mes de febrero (Vilodi exportadores, comunicación personal). Las normas de calidad para frutas y hortalizas (MAPA, 1995c) que incorporan los reglamentos 2213/83 y 1654/87 de la Comunidad Europea, remarcan que las cebollas para consumo en fresco, clasificadas dentro de la categoría I deben presentar bulbos enteros, sanos, no brotados y desprovistos de tallo hueco y resistente. Las normas también enfatizan la necesidad de presentar la forma y la coloración típicas de la variedad, una uniformidad en el calibre y un estado que les permita

soportar el transporte y la manipulación. En relación al tamaño del bulbo, las exigencias del mercado han obligado a que la oferta se desplace hacia tamaños de bulbo entre 6 - 8 cm y superiores (Moreau, Le Bohec y Guerber-Cahuzac, 1996).

Para deshidratación, los cultivares deben tener un buen contenido en materia seca y ser blancos (Rogers, 1985; Codeasa, comunicación personal), también un rendimiento satisfactorio, una buena proporción de calibres superiores a 55 mm y la ausencia de enverdecimiento de los bulbos (Yard *et al.*, 1986).

El cultivar Valenciana Tardía de Exportación o de Grano, el más cultivado en la zona, cumple las exigencias de la exportación (Castell, 1995) aunque no se ha estudiado su comportamiento en la zona bajo diferentes prácticas de manejo. En lo referente a la deshidratación es necesaria la incorporación de nuevos cultivares.

La introducción de nuevos cultivares requiere, por lo señalado anteriormente, la evaluación de su adaptación a las condiciones edafo-climáticas locales. En Lleida se han realizado pocos ensayos de adaptación de nuevos cultivares o de sistemas de cultivo reduciéndose a los trabajos de Fayos y Pujol (1984) y los de García *et al.* (1985) resultando en consecuencia imprescindible este estudio en la zona del Pla d'Urgell.

2.2. OBJETIVOS

- Evaluar distintos cultivares de cebolla para determinar cuáles podrían adaptarse en la zona del Pla d'Urgell para consumo en fresco y para deshidratación.

2.3. MATERIAL Y MÉTODOS

La evaluación de cultivares tanto para consumo en fresco como para deshidratación se realizó durante cinco años, concretamente en 1988 (experimento 2.1), 1989 (experimento 2.2), 1990 (experimento 2.3), 1991 (experimento 2.4) y 1992 (experimento 2.5). La descripción de los cultivares evaluados se presenta en el anejo I.

En los experimentos realizados en 1988, 1989 y 1990 el sistema de riego era infrecuente y no siempre existía disponibilidad de agua para el riego. En los experimentos realizados en 1991 y 1992 se cambió la tecnología de riego hacia un sistema de alta frecuencia mediante goteros pero en donde se mojaba toda la superficie.

El número de cultivares evaluados respecto al cultivar más utilizado en la zona (Valenciana de Grano) se redujo de los once iniciales en el primer año a dos cultivares el último año, de manera que se iban a su vez introduciendo nuevos aspectos en la evaluación, relacionados no únicamente con el sistema de riego sino también con la época de siembra y densidad de siembra.

2.3.1. Evaluación de distintos cultivares. Primer año de experimentación. (Experimento 2.1).

Se observó y cuantificó el comportamiento de once cultivares que se consideró podían introducirse en el área en relación al cultivar Valenciana de Grano, en una finca del término municipal de Sidamon (Lleida) dentro de la comarca del Pla d'Urgell, mediante dos experimentos (2.1.1 y 2.1.2).

Paralelamente se observó el comportamiento de parte de estos cultivares en otras tres fincas de la provincia de Lleida y de la misma comarca, concretamente en el término municipal del Palau d'Anglesola (experimento 2.1.3), Mollerussa (experimento 2.1.4), situadas ambas a 4 km de la primera en Sidamon y finalmente en una finca ubicada fuera de la comarca, dentro del término municipal de Almacelles (experimento 2.1.5) situada a 40 km de la primera. Las parcelas experimentales estaban rodeadas de superficies (> 4 ha) dedicadas al cultivo de la cebolla.

2.3.1.1. Evaluación de distintos cultivares en una finca de Sidamon (Lleida). (Experimentos 2.1.1 y 2.1.2) .

Los cultivares utilizados en los experimentos fueron Basic American Vegetables -L56 - 1566 (BAV-L56), Basic American Vegetables -H85 - 1211 (BAV-H85), Basic American Vegetables - H64- 315 (BAV-H64), Basic American Vegetables -H60 - 1715 (BAV-H60), Basic American Vegetables - E58 - 728 (BAV-E58), Basic American Vegetables - H91 - 458 (BAV-H91), Southport White Globe (S.W.G.), Albion, Deshidrobat, Staro, Albino y Valenciana de Grano (V. de Grano). Los once primeros cultivares son de color blanco, con elevado contenido de materia seca, aptos para deshidratación (anejo I).

En el experimento 2.1.1. se evaluaron los cultivares únicamente para una fecha de siembra común en el área (10 de febrero) y en el experimento 2.1.2 se analizó otro factor, la época de siembra, realizando dos siembras una primera el 10 de febrero y la segunda un mes más tarde el 10 de marzo. El retraso en la época de siembra se hallaría justificado al

ser las temperaturas más elevadas (anejo III) lo que reduciría el tiempo necesario para alcanzar el 50 % de emergencia, excepto si actuasen otros factores limitantes.

Las coordenadas geográficas de la finca donde se ubicaron los experimentos son 41° 39' N, 0° 50' E y altitud 233 m.

El suelo de la finca era un Xerochrept gipsico, franca gruesa, mezclada (calcárea), méstica (Soil Survey Staff, 1990). La profundidad enraizable se limitaba a los primeros 32 cm. Las propiedades edáficas se resumen en el cuadro 2.1.

El pH es moderadamente básico, los niveles de conductividad eléctrica no son limitantes al ir asociados los valores más elevados a los contenidos de yeso. Destacar los valores muy bajos de fósforo y medio bajos de potasio en relación al cultivo de la cebolla (López, 1985).

Cuadro 2.1. Propiedades edáficas de las parcelas experimentales. Experimento 2.1.1.

Profundidad (cm)	pH (1: 2,5)	C.E. (1: 5, 25°C, dS/m)	M.O. (%)	Yeso total (%)	P (ppm)	K (ppm)	CaCO ₃ (%)	C.I.C. (meq/100g)	Agua retenida (%)		Textura (USDA)	Elementos gruesos (%)
									-33 kPa	-1500 kPa		
0-20	8,3	0,17	1,2	0,48	7,6	218,0	32,5	10,2	15,54	10,01	FACAr	1-5
20-32	8,2	0,28	1,4	1,30	-	-	38,0	9,4	16,83	8,90	FACAr	1-5
32-43	8,1	1,42	0,5	25,02	-	-	38,2	-	19,86	9,72	F	27,4
43-62	8,6	0,20	-	ip	-	-	34,4	-	10,55	4,42	FAR	18,6
62-89	8,7	0,21	-	ip	-	-	31,6	-	9,40	4,02	FAR	14,2
120-140	8,2	2,05	-	38,47	-	-	23,2	-	16,15	9,70	FAR	19,6
140-150	8,8	0,13	-	ip	-	-	40,9	-	7,25	2,58	ARF	70,4

ip = inapreciable

El riego era por escorrentía y por turnos. El agua era de muy buena calidad (SARNT, 1984, 1985, 1986) y provenía de los Canales d'Urgell (Lleida). Se utilizó riego por aspersión tras la siembra para facilitar la emergencia, bombeando aguas de un azarbe. Las características del agua del azarbe se recogen en el cuadro 2.2. En base a los criterios de evaluación de Ayers y Westcot (1985) se trata de un agua con restricción moderada en su uso por problemas potenciales de salinidad, con posibles problemas de toxicidad debido al sodio y con tendencia a provocar precipitaciones de calcio. El aporte de nitrógeno en forma nítrica es importante. Al estar su uso restringido para facilitar la emergencia, los problemas potenciales quedan limitados.

El primer riego por escorrentía se aplicó el 21 de mayo, realizándose los siguientes el 9, 17 y 25 de junio; 2, 13, 21 y 28 de julio y el último el 11 de agosto.

Cuadro 2.2. Propiedades químicas del agua del azarbe utilizada en el riego por aspersión.

pH	C.E.	Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	CO ₃ ⁻	CO ₃ H ⁻	NO ₃ ⁻
----	------	-----------------	------------------	------------------	----------------	-----------------	------------------------------	------------------------------	--------------------------------	------------------------------

(25 °C, dS/m)		(meq/L)								
7,56	1,72	3,20	10,02	6,00	0,11	2,35	9,24	-	5,72	1,61

Para determinar gravimétricamente el contenido de agua en el suelo se realizaron muestreos mediante barrena a dos profundidades (0-20, 20-32 cm) el 13 y 20 de junio; 5, 12, 16 y 28 de julio; 1 y 10 de agosto, en diversos puntos distribuidos al azar dentro de las parcelas experimentales.

El cultivo previo al establecimiento del ensayo había sido trigo. El suelo se labró en otoño y previamente a la siembra se realizó un pase de cultivador y se ruló. Previamente a la siembra se realizaron las pruebas de germinación siguiendo las normas de la Asociación Internacional para la Evaluación de Semillas (ISTA, 1985) y así poder ajustar las dosis de siembra. Las siembras se realizaron mediante sembradora manual de una sola línea.

La cantidad de fertilizante aplicado el nueve de enero como abonado de fondo fue 120 kg N ha⁻¹, 120 kg P₂O₅ ha⁻¹ y 120 kg K₂O ha⁻¹. Se utilizó un abono ternario complejo (15-15-15). Se realizó una primera cobertera el veinte de mayo incorporando 115 kg N ha⁻¹ y un segundo abonado de cobertera el 13 de junio en que se incorporaron 77 kg N ha⁻¹ y 69 kg K₂O ha⁻¹. El aporte de nitrógeno en cobertera se realizó mediante nitrato amónico y el de potasio mediante cloruro potásico.

En los tratamientos herbicidas y fitosanitarios (cuadro 2.3) se respetó la programación del propietario de la finca donde se ubicó el ensayo.

2.3.1.1.1. Evaluación de distintos cultivares en una única fecha de siembra en febrero. (Experimento 2.1.1).

Los doce cultivares citados se distribuyeron aleatoriamente en doce parcelas de longitud 3 m. El espaciamento entre hileras fue de 11 cm y cada parcela elemental constaba de 13 hileras. Entre parcelas se reservó un espacio de 55 cm para facilitar las labores de control de malas hierbas y aplicación de fitosanitarios mediante tractor.

La siembra se realizó el diez de febrero. No se realizaron conteos de emergencia ni de establecimiento. Se realizaron muestreos destructivos de 50 plantas por parcela el 6 de junio y de 25 plantas por parcela el 20 de julio y 4 de agosto. El primer muestreo no se realizó hasta junio, una vez las plantas habían superado el estadio de cuatro hojas verdes, para así disponer de plantas de suficiente peso seco.

Se adoptó como fecha de último muestreo (4 de agosto) aquella en la que la mayoría de los bulbos presentasen flacidez en el pseudotallo, aunque las hojas pudiesen estar verdes.

Se midió el área foliar y el peso seco total y fraccionado (limbo y vaina envolvente). En el muestreo de 6 de junio el peso seco fraccionado se midió en 25 plantas del total de 50 muestreadas.

En el análisis estadístico cada planta se consideró como una repetición.

Cuadro 2.3. Tratamientos herbicidas y fitosanitarios realizados en las parcelas experimentales.

Tipo de mala hierba, plaga o enfermedad a combatir	Fecha de tratamiento	Materia activa	Producto comercial	Dosis
Gramíneas	11.02.88	Etofumesato 50%	Tramat 50 SC	2,5 L/ha
Mono y dicotiledóneas		Pendimetalina 33%	Stomp 33-E	2,5 L/ha
Larvas de dípteros	15.02.88	Fonofos 5%	Dyfonate 5G	8 kg/ha
Coleópteros		Carbosulfan 5%	Marshal	6 kg/ha
Malas hierbas de hoja ancha. Malas hierbas anuales, dicotiledóneas y algunas gramíneas	29.04.88	Ioxynil	Bentrol W	1,6 L/ha
		Metazol 75%	Mezopur	0,7 L/ha
Trips y pulgones	17.05.88	Clorpirifos 48%	Pyrinex 48	0,7 L/ha
Trips y pulgones	21.05.88	Clorpirifos 48%	Pyrinex 48	0,7 L/ha
Pulgones, trips, mildiu y Botrytis	15.06.88	Dimetoato	Perfekthion	1,0 L/ha
		Alfacipermetrin 4%	Efitax	0,3 L/ha
		Dimetoato	Perfekthion	1,0 L/ha
		Captan	Captan	1,1 kg/ha
		Carbendazima 50%	Bavistín	1,1 kg/ha
Trips, pulgones, mildiu y botrytis	20.06.88	Clorpirifos 48%	Pyrinex 48	2,5 L/ha
		Dimetoato	Perfekthion	1,0 L/ha
		Cobre 16% + Folpet 30%	Effican-Ultra	1,1 kg/ha
		Ofurace 6% + Folpet 45%	Vamin	1,1 L/ha
Trips, pulgones, botrytis y mildiu	01.07.88	Clorpirifos 48%	Pyrinex 48	2,5 L/ha
		Dimetoato	Perfekthion	1,0 L/ha
		Vinclozolin 50%	Ronilan	1,1 L/ha
		Metiram 45%+ Cimoxanilo 4%	Aviso	2,3 kg/ha
Mildiu, botrytis y trips	11.07.88	Cobre 16% + Folpet 30%	Effican-Ultra	2,3 kg/ha
		Procimidona	Salithiex	1,1 L/ha
		Dimetoato	Perfekthion	1,1 L/ha
Trips, pulgones, mildiu y botrytis	22.07.88	Clorpirifos 48%	Pyrinex 48	2,3 L/ha
		Dimetoato	Perfekthion	2,3 L/ha
		Cobre 16% + Folpet 30%	Effican-Ultra	1,1 kg/ha
		Ofurace 6% + Folpet 45%	Vamin	1,1 L/ha
Botrytis y mildiu	07.08.88	Vinclozolin 50%	Ronilan	1,1 L/ha
		Ofurace 6% + Folpet 45%	Vamin	2,3 L/ha

2.3.1.1.2. Evaluación de distintos cultivares en distintas épocas de siembra. (Experimento 2.1.2).

El tamaño y características de las parcelas coinciden con las del experimento 2.1.1.

Se analizó como factor principal la época de siembra y secundario el cultivar. El diseño estadístico fue un split-plot con tres repeticiones.

Se realizaron dos siembras, el diez de febrero y el once de marzo. Una vez establecidas las plantas, se realizaron conteos en cada parcela para determinar la densidad final alcanzada. No se realizaron muestreos durante el ciclo del cultivo.

La recolección se realizó escalonadamente, entre el 11 y el 29 de agosto, una vez alcanzada la madurez del bulbo y con la mayoría de las hojas secas. Se recolectó por cultivares y no por épocas de siembra.

Se recolectaron veinticinco bulbos en cada parcela elemental determinándose el peso fresco y el diámetro del bulbo de cada uno de ellos. El número de raíces adventicias se determinó en todos los cultivares excepto en el cultivar BAV - H91. Los contenidos en materia seca se determinaron en cinco bulbos de cada parcela elemental.

2.3.1.2. Cultivar Valenciana de Grano en una finca del Palau d'Anglesola (Lleida). (Experimento 2.1.3)

Este experimento consistió en la observación y cuantificación del crecimiento del cultivar V. de Grano en la misma zona o área de cultivo, bajo condiciones edáficas y de manejo distintas de las de los experimentos 2.1.1 y 2.1.2.

Las coordenadas geográficas de la finca son 41° 38' N, 0° 52' E y altitud 222 m.

El suelo de la finca era un Xerochrept gípsico, limosa gruesa, méstica (Soil Survey Staff, 1990).

La profundidad enraizable era de 35 cm. Las propiedades edáficas se resumen en el cuadro 2.4.

Cuadro 2.4. Propiedades edáficas de la parcela experimental. Experimento 2.1.3.

Profundidad (cm)	pH (1:2,5)	C.E. (1:5, 25°C, dS/m)	M.O. (%)	Yeso total (%)	P (ppm)	K (ppm)	CaCO ₃ (%)	Agua retenida (%)		Textura (USDA)
								-33 KPa	-1500 KPa	
0-18	8,1	2,94	2,3	61,5	-	-	14	27,3	22,4	FAc
18-35	8,0	2,47	1,9	63,6	-	-	14	-	-	FAc
35-75	7,9	2,18	0,4	86,6	-	-	4	23,6	7,0	FAR
75-90	7,9	0,71	-	0,0	-	-	54	-	-	FAc
90-95	8,0	0,63	-	0,2	-	-	53	-	-	FAc
95-102	7,8	1,03	-	0,7	-	-	27	-	-	FAR

El pH es moderadamente básico, los valores de conductividad eléctrica se hallan asociados al contenido en yeso, el contenido de materia orgánica es aceptable .

El sistema de riego era por escorrentía y por turnos. El agua de riego procedía como en los experimentos anteriores de los Canales d'Urgell que como se ha especificado es de muy alta calidad para el riego (SARNT, 1984, 1985, 1986) .

La siembra se realizó el diez de febrero mediante una sembradora comercial de 13 líneas, separadas 11 cm. La densidad final obtenida fue de 65 plantas m⁻².

Las aplicaciones de fertilizantes, herbicidas y fitosanitarios coinciden con la de los experimentos 2.1.1 y 2.1.2.

Se observó sin realizar ningún muestreo el número de hojas verdes que presentaban cincuenta plantas el 2 de junio y el 7 de julio.

El 6 de junio, 7 y 28 de julio, es decir a los 127, 157 y 178 días desde la siembra, se realizaron muestreos destructivos de 60 plantas en la primera fecha y de 30 plantas en las dos últimas, midiéndose el área foliar, el peso seco total y el peso seco fraccionado. El peso seco fraccionado en el primer muestreo se midió en 30 plantas.

El 18 de agosto se recolectó, midiéndose en 25 bulbos el diámetro máximo y el peso fresco y seco.

2.3.1.3. Cultivar Southport White Globe en una finca de Mollerussa (Lleida). (Experimento 2.1.4).

Este experimento consistió en la observación del comportamiento del cultivar Southport White Globe en la misma área de cultivo, en otras condiciones edáficas y de manejo para posteriores comparaciones con los experimentos 2.1.1, 2.1.2 y 2.1.5.

Las coordenadas geográficas de la finca son 41° 38' N, 0° 52' E y altitud 240 m.

El suelo de la finca era un Xerochrept calcixerólico, fina sobre esquelética arenosa, carbonática, mélica (Soil Survey Staff, 1990). La profundidad enraizable era de 48 cm. Las propiedades edáficas se resumen en el cuadro 2.5.

Cuadro 2.5. Propiedades edáficas de la parcela experimental. Experimento 2.1.4.

Profundidad (cm)	pH (1: 2,5)	C.E. (1: 5, 25°C, dS/m)	CEe (25°C, dS/m)	M.O. (%)	Elementos gruesos (%)	CaCO ₃ (%)	Textura (USDA)	Ca ²⁺ (meq/L)	Mg ²⁺ (meq/L)	Na ⁺ (meq/L)
00-28	8,3	0,34	1,16	2,6	1-5	20,2	Ac	7,3	11,8	2,7
28-48	8,3	0,38	1,54	1,1	5-15	25,2	Ac	10,1	5,5	3,4
48-88	8,4	0,24	-	-	36-70	45,7	-	-	-	-
88-122	8,0	-	-	-	36-70	-	F	-	-	-
122-152	8,4	-	-	-	>70	-	Ar	-	-	-

Se trata de un suelo bien drenado, con algunos elementos gruesos calcáreos.

El sistema de riego era por escorrentía y por turnos. El agua de muy alta calidad para el riego procedía, como en los experimentos anteriores, de los Canales d'Urgell.

La siembra se realizó el 28 de diciembre de 1987 mediante una sembradora comercial de 13 líneas, separadas 11 cm. La densidad final obtenida fue de 65 plantas m⁻².

El abonado de fondo se realizó en 20 de diciembre incorporándose 102 kg N ha⁻¹ (sulfato amónico), 165 kg P₂O₅ ha⁻¹ (superfosfato), 144 kg K₂O ha⁻¹ (sulfato potásico) y 30 kg MgO ha⁻¹ (magnesita). El abonado de cobertera se realizó el quince de mayo aplicando 300 kg N ha⁻¹ (nitrato amónico).

Se realizaron dos muestreos destructivos antes y después del inicio de la bulbificación, el 9 de junio y el 7 de julio.

En el muestreo de 9 de junio se procesaron 40 plantas y se midió el peso seco total y el área foliar. El peso seco fraccionado se midió en 20 plantas. En el muestreo de 7 de julio se procesaron 15 plantas midiéndose el área foliar y el peso seco total y fraccionado. En el primero muestreo se observó en campo el número de hojas verdes de 90 plantas y en el segundo de 50 plantas. El 28 de julio se recolectaron 60 bulbos midiéndose el diámetro máximo y el peso fresco y seco de cada uno de ellos.

2.3.1.4. Evaluación de distintos cultivares en una finca de Almacelles (Lleida). (Experimento 2.1.5).

Este experimento consistió en la observación y cuantificación del crecimiento de siete cultivares aptos para deshidratación, concretamente del cultivar S.W.G. y de los seis primeros cultivares utilizados en el experimento 2.1.1.

Las coordenadas geográficas de la finca son 41° 46' N, 41° 46' E y altitud 287 m.

El suelo de la finca se clasificó como un Xerochrept petrocálcico, superficial (Soil Survey Staff, 1990).

El sistema de riego era por aspersión mediante un sistema móvil que se desplazaba manualmente, con pluviometrías que oscilaban entre 7 - 8 L m⁻². El riego se aplicaba aproximadamente cada diez días. El agua, de buena calidad (Palau, 1991), procedía del Canal de Aragón y Cataluña.

El lecho de siembra se preparó mediante una labor superficial de cultivador y posteriormente se ruló.

La siembra se realizó el 26 de enero mediante una sembradora neumática de 10 líneas separadas 15 cm. La emergencia fue irregular, alcanzándose una densidad media de 42 plantas m⁻².

El abonado de fondo se realizó el 10 de enero aplicándose 105 kg N ha⁻¹ (sulfato amónico), 90 kg P₂O₅ ha⁻¹ (superfosfato), 144 kg K₂O ha⁻¹ (sulfato potásico). El 10 de mayo se aplicaron 105 kg N ha⁻¹ (sulfato amónico) y el 25 de junio 53 kg N ha⁻¹ (sulfato amónico) más 30 kg N ha⁻¹ y 108 kg K₂O ha⁻¹ (nitrato potásico).

No se realizó ningún tipo de tratamiento fitosanitario. Al igual que en los experimentos anteriores y como en el abonado, en los tratamientos herbicidas se respetó la programación del arrendatario de la finca donde se ubicó el ensayo. Se realizaron tres tratamientos herbicidas, los dos primeros contra malas hierbas mono y dicotiledóneas y el tercero contra gramíneas. El primero se aplicó el 28.01.88 con Butralina 48% (producto comercial Amex), a dosis de 3,5 L/ha. El segundo el 30.04.88 con Pendimetalina 33% (producto comercial Stomp 33-E), a dosis de 3,0 L/ha y el tercero el 21.05.88 con Etofumesato 50% (producto comercial Trammat 50 SC), a dosis de 2,5 L/ha.

Los cultivares se distribuyeron en distintas bandas separadas 50 cm . Cada banda constaba de diez líneas de siembra.

El seguimiento del crecimiento de los cultivares se realizó en siete bandas contiguas, correspondientes a cada uno de los cultivares. Se realizaron muestreos destructivos para estudiar la evolución del área foliar y del peso seco fraccionado de 25 plantas por cultivar el 16 de junio, 13 y 29 de julio, es decir, al inicio de la bulbificación y en el

periodo en que todos los cultivares se hallarían en plena bulbificación. El 15 de junio y el 13 de julio, en una superficie de 0,5 m², se observó en las plantas establecidas cuál era el número de hojas verdes que mantenían. Visualmente también se observó cuándo la planta, ya tumbada, empezaba a secarse.

La recolección se realizó el 17 de agosto recolectándose 25 bulbos por cultivar, midiéndose el peso fresco y seco así como el diámetro del bulbo.

En el análisis estadístico cada planta se consideró como una repetición.

2.3.2. Evaluación de distintos cultivares. Segundo año de experimentación. (Experimento 2.2).

Este experimento se planteó como complemento del experimento 2.1.

Se dividió en tres experimentos. El primero (experimento 2.2.1) corresponde a la evaluación de distintos cultivares precoces, para distintas densidades y épocas de siembra. En el segundo (experimento 2.2.2) se evalúan distintos cultivares aptos para deshidratación para una única densidad y fecha de siembra. En el tercero (experimento 2.2.3) se evaluaron distintos cultivares tardíos, para distintas densidades y épocas de siembra.

En el experimento 2.2.1 se planteó el comparar el comportamiento del cultivar precoz Basic American Vegetables -H 64-315 (BAV-H64) con el cultivar precoz Marix sembrado en la zona.

Los experimentos 2.2.2 y 2.2.3 se plantearon a partir del resto de cultivares utilizados en 1988, descartándose los cultivares BAV-H85, BAV-H91 y Deshidrobat e introduciéndose el cultivar Dehydrator Z-405 de NPI seeds.

Las coordenadas de la finca donde se ubicaron los ensayos son 41° 38' N, 0° 48' E y altitud 209 m.

El suelo de la finca era un Torriorthent xérico, franca, mezclada (calcárea), mésica, superficial (Soil Survey Staff, 1990), perteneciente a la serie Pelagalls (Herrero *et al.* 1993) dentro del término municipal de Sidamon. La profundidad enraizable era de 55 cm. Las propiedades edáficas se resumen en el cuadro 2.6.

Cuadro 2.6. Propiedades edáficas de las parcelas experimentales. Sidamon. 1989.

Profundidad (cm)	pH (1:2,5)	C.E. (1:5, 25°C, dS/m)	M.O. (%)	P (ppm)	K (ppm)	CaCO₃ (%)	C.I.C. (meq/ 100 g)	Textura (USDA)
00-21	8,2	0,27	0,9	2,4	4,1	10	8,3	FAr
21-36	8,1	0,25	0,6	2,7	18	11	6,9	ArF
36-55	-	-	-	-	-	-	-	Ar

El pH es moderadamente básico, los niveles de conductividad eléctrica en la prueba previa de salinidad no son limitantes, el contenido de materia orgánica es muy bajo así como los de fósforo y potasio en relación al cultivo de la cebolla (López, 1985).

El riego era por escorrentía y por turnos. El agua de muy alta calidad para el riego, provenía de los Canales d'Urgell (Lleida). Se regó el 1 y 25 de mayo, el 11 y 30 de junio y el 17 de julio.

El 16 de junio se instalaron seis tensiómetros a una profundidad de 20 cm, tres dentro de las parcelas del experimento 2.2.2 y tres dentro de las del experimento 2.3.3. Adicionalmente se instalaron dos tensiómetros, a una profundidad de 50 cm, en el experimento 2.2.3. Los tensiómetros se colocaron siguiendo el sentido del agua de riego, en los dos extremos y en el centro del área ocupada por los experimentos. Se realizaron lecturas hasta el 24 de julio.

El cultivo anterior había sido alfalfa. Las labores preparatorias fueron un pase de discos, cultivador y fresadora.

La cantidad de fertilizante aplicado previo a la siembra fue de 143 kg N ha⁻¹, 143 kg P₂O₅ ha⁻¹ y 143 kg K₂O ha⁻¹ (15-15-15). Se realizó una primera cobertera el 6 de mayo incorporándose 191 kg N ha⁻¹ (nitrato amónico) y un segundo abonado de cobertera el 20 de mayo en que se incorporaron 343 kg K₂O ha⁻¹ (cloruro potásico).

En los tratamientos herbicidas y fitosanitarios (cuadro 2.7) se respetó la programación del propietario de la finca donde se ubicó el ensayo. El control de malas hierbas se realizó manualmente hasta que se aplicaron los herbicidas. Entre tratamientos herbicidas también se realizaron controles manuales.

Las parcelas experimentales tenían una longitud de 6 m y constaban de 11 filas separadas 10 cm. Entre parcelas se mantuvieron pasillos de 50 cm.

Previamente a la siembra se analizaron los porcentajes de germinación (ISTA,1985) . La siembra se realizó mediante una sembradora manual de una sola línea, sembrándose 180 semillas m⁻².

Tras la emergencia ,se realizaron aclareos en aquellas parcelas en que se superó la densidad fijada en cada experimento.

A lo largo del ciclo de cultivo se realizó un seguimiento de los estadios vegetativos de la cebolla, se observó la aparición de nuevas hojas y cuándo se alcanzaba la madurez. El seguimiento se realizó a intervalos aproximados de una semana. Las observaciones no siempre se realizaron en las mismas plantas.

Se consideró que una planta estaba madura cuando se doblaba el pseudotallo, es decir, cuando naturalmente no podía mantener las hojas erectas.

Cuadro 2.7. Tratamientos herbicidas y fitosanitarios realizados en las parcelas experimentales. Experimento 2.2.

Tipo de mala hierba, plaga o enfermedad a combatir	Fecha de tratamiento	Materia activa	Producto comercial	Dosis
Larvas de dípteros	Siembra	Fonofos 5%	Dyfonate 5G	8 kg/ha
		Carbosulfan 5%	Marshall	6 kg/ha
Trips y mildiu	15.04.88	Metil paratión 35%	Aration 35	0,8 L/ha
		Cimoxanilo 4% + Zineb 40%	Milzan	2,5 kg/ha

Malas hierbas de hoja ancha. Malas hierbas anuales dicotiledóneas y algunas gramíneas	29.04.88	Dimetoato	Perfekthion	1,0 L/ha
		Ioxynil	Bentrol W	2,0 L/ha
		Metazol 75%	Mezopur	1,0 L/ha
Trips, botrytis y mildiu	15.05.88	Dimetoato	Perfekthion	1,1 L/ha
		Cimoxanilo 4% + Zineb 40%	Milzan	2,5 kg/ha
		Vinclozolin 50%	Ronilan	1,1 L/ha
Trips y mildiu	02.06.88	Captan 50%	Ditiver Captan	1,1 kg/ha
		Dimetoato	Perfekthion	1,0 L/ha
Mildiu y Botritis	16.06.88	Cobre 16% + Folpet 30%	Effican-Ultra	2,3 kg/ha
Mildiu y Botrytis	10.07.88	Cimoxanilo 4% + Zineb 40%	Milzan	2,5 kg/ha
		Vinclozolin 50%	Ronilan	1,1 L/ha

Se realizaron muestreos destructivos a lo largo del ciclo de cultivo, midiéndose en cada planta los pesos frescos y secos fraccionados, número de hojas verdes y secas, el área foliar, la altura de la planta y la altura del bulbo más el pseudotallo, el diámetro máximo del bulbo y el mínimo del pseudotallo.

El 22 de junio y para las plantas sembradas el 22 de enero se realizaron lecturas de la radiación interceptada por el cultivo mediante tubos solarímetros, en una aproximación al cálculo del valor de la intercepción máxima por parte del cultivo.

2.3.2.1. Evaluación de distintos cultivares precoces, para distintas densidades y épocas de siembra.

(Experimento 2.2.1)

Se realizaron dos siembras, el 9 de noviembre y el 22 de enero.

Los tratamientos fueron combinaciones factoriales de los dos cultivares empleados (BAV-H64 y Marix) y de dos densidades (20 y 40 plantas m⁻²). La combinación de estos tratamientos se dispuso en un diseño en bloques al azar con tres repeticiones.

Se realizaron muestreos destructivos de 6 plantas por parcela el 28 de mayo en las parcelas sembradas en noviembre; para las sembradas en enero se realizaron el 29 de abril, 28 de mayo, 28 de junio y 11 de julio.

Se recolectaron cincuenta bulbos en cada parcela el 15 de agosto.

2.3.2.2. Evaluación de distintos cultivares aptos para deshidratación. (Experimento 2.2.2).

Los cinco cultivares, Albino, Albion, Basic American Vegetables -L56-1566 (BAV-L56), Basic American Vegetables -E58-728 (BAV-E58) y Dehydrator Z-405 se dispusieron en un diseño en bloques al azar con tres repeticiones.

Se sembró el 23 de enero. Tras la emergencia se ajustó la densidad final a 80 plantas m², excepto para el cultivar BAV-L56, en donde, debido a problemas de emergencia, se mantuvo una densidad de 60 plantas m².

En el seguimiento de los estadios vegetativos y, hasta el 11 de mayo, se observaron 50 plantas escogidas al azar dentro de cada parcela. Posteriormente y hasta madurez se observaron 15 plantas de dos hileras centrales de cada parcela.

Se regó por escorrentía el 1 y 25 de mayo, 11 y 30 de junio y el 17 de julio, fechas que se corresponden con 98, 122, 139, 158 y 175 días tras la siembra.

Se realizaron muestreos destructivos de 10 plantas por parcela el 14 y 28 de mayo, 10 y 24 de junio, 8 y 23 de julio y 6 de agosto.

El 21 de agosto se muestreó bajo el tallo de una planta de cada parcela del bloque central, mediante una barrera de 8 cm de diámetro, a profundidades de 0-20 cm, 20-40 cm y 40 a 55 cm. Se procesaron las muestras para estudio de la distribución aproximada en profundidad del sistema radicular según la metodología recogida en el anejo II.

Se realizó la recolección el 21 de agosto, excepto en el cultivar BAV-E58 en que se realizó el 6 de septiembre. Se recolectaron 50 bulbos en cada parcela elemental.

El material vegetal de los cultivares Albino, Albion y del BAV-E58 se guardó para su posterior análisis (capítulo 4).

2.3.2.3. Evaluación de distintos cultivares tardíos, para distintas densidades y épocas de siembra.

(Experimento 2.2.3).

Se realizaron dos siembras, el 23 de enero y el 6 de marzo.

Los tratamientos fueron combinaciones factoriales de los cuatro cultivares empleados (BAV-H60, Staro, Southport White Globe y Valenciana de Grano) y tres densidades (20, 80 y 160 plantas m⁻²). Por problemas de emergencia del cultivar BAV-H60 se eliminaron las parcelas en la siembra de 6 de marzo.

Los riegos coinciden con los del experimento 2.2.2.

Se realizaron muestreos destructivos de 6 plantas por parcela. En las parcelas de la siembra de enero se muestreó el 29 de abril, el 14 y 28 de mayo, 21 de junio, 7 y 26 de julio. En las parcelas de la siembra de marzo se muestreó el 28 de mayo, 28 de junio, 11 de julio y 28 de julio. En las parcelas sembradas en enero, para estudiar cuál había sido la distribución de forma aproximada del sistema radicular en profundidad, se muestreó el 22 de agosto y se procesaron las muestras como en el experimento 2.2.2. Se recolectaron 50 bulbos por parcela el 23 de agosto realizándose todas las mediciones de diámetro y de peso fresco y seco en todos los bulbos.

El 22 de junio, 10 y 26 de julio se realizaron lecturas de la radiación interceptada por el cultivo mediante tubos solarímetros. El 26 de julio y para las plantas sembradas el 23 de enero, solamente se leyó en las parcelas de densidad 20 plantas m⁻² ya que a densidades mayores las plantas estaban ya muy tumbadas.

El material vegetal del cultivar Valenciana de Grano, sembrado el 23 de enero a una densidad de 80 plantas m⁻² se guardó para su posterior análisis (capítulo 4).

2.3.3. Evaluación de distintos cultivares para distintas épocas de siembra y densidades.

Tercer año de experimentación. (Experimento 2.3).

En este tercer año de experimentación (experimento 2.3) se continuó en la misma finca y bajo el mismo sistema de riego, como en el año anterior, aunque con algunas modificaciones.

Se realizaron dos siembras, el 2 de febrero y el 20 de febrero.

Los tratamientos consistieron en combinaciones factoriales de distintos cultivares y cuatro densidades (25, 40, 64 y 102 plantas m⁻²). Los cultivares de la primera época de siembra fueron S.W.G. y V. de Grano y para la segunda fecha de siembra Staro, S.W.G. y V. de Grano. La combinación de estos tratamientos se dispuso en un diseño en bloques al azar con tres repeticiones.

En cada época de siembra se sembraron diez hileras de 5 m por parcela elemental separadas 10 cm. La siembra se realizó mediante una sembradora manual de una sola línea.

El 29 de enero se incorporó como abonado de fondo 86 kg N ha⁻¹, 158 kg P₂O₅ ha⁻¹ y 233 kg K₂O ha⁻¹ (8-15-15 y KCl). Se realizaron aplicaciones posteriores de fertilizante el 6 de abril, 80 kg N ha⁻¹ (nitrato amónico) y el 1 de junio se aplicaron 80 kg N ha⁻¹ en forma de nitrato amónico y 66 kg K₂O ha⁻¹ en forma de cloruro potásico.

La emergencia se controló en dos hileras de 1,5 m en cada parcela. Tras la emergencia, se realizaron aclareos en aquellas parcelas en donde se superó la densidad fijada en cada experimento.

Los riegos por escorrentía se realizaron el 10 de mayo, 9 y 21 de junio, 5 y 20 de julio y 4 de agosto. El 11 de abril, 4, 8, 12 y 26 de mayo, el 11 de junio, 5, 8, 14 y 21 de julio y el 4 de agosto se tomaron muestras de suelo a distintas profundidades para determinar el contenido gravimétrico de humedad en el suelo. En julio se instalaron cinco tensiómetros para medir el potencial matricial en las parcelas correspondientes a la primera y segunda época de siembra. En la primera siembra se instalaron en las parcelas de densidad 25 plantas m⁻² y a dos profundidades, 10 y 20 cm. En la segunda siembra se instalaron en una parcela de densidad 40 plantas m⁻² y a tres profundidades, 10, 25 y 45 cm. El cultivar sembrado en las parcelas donde se instalaron los tensiómetros era Valenciana de Grano.

En los tratamientos herbicidas y fitosanitarios (cuadro 2.8) se respetó la programación del propietario de la finca donde de ubicó el ensayo.

Se aplicó un único tratamiento herbicida el 21 de mayo con Pendimetalina 33 % (producto comercial Stomp 33-E), a dosis de 3,0 L/ha. El control de las malas hierbas se efectuó básicamente mediante el desherbado manual.

A lo largo del ciclo se realizó un seguimiento de los estadios vegetativos de la cebolla, se cuantificó el número de hojas verdes visibles y el inicio de la bulbificación mediante muestreos destructivos y también cuándo se alcanzaba la madurez. Se consideró que una planta estaba madura cuando se observaba la flacidez del pseudotallo mediante el tacto.

Las observaciones de madurez se realizaron en dos hileras de 1,5 m en cada parcela elemental.

En los muestreos destructivos a lo largo del ciclo de cultivo, se midió en cada planta los pesos frescos y secos fraccionados, número de hojas verdes visibles, el área foliar, la altura de la planta y la altura del bulbo más el pseudotallo, el diámetro máximo del bulbo y el mínimo del pseudotallo. Algunas plantas se disectaron para obtener la relación foliar.

En la primera época de siembra, el 18 y 27 de junio, 4, 11 y 17 de julio se realizaron lecturas de la radiación interceptada por el cultivo mediante tubos solarímetros. En la segunda época de siembra las lecturas se efectuaron el 18 de junio, 4, 11 y 17 de julio.

Se realizaron muestreos destructivos para la primera fecha de siembra el 28 de abril (muestreándose 30 plantas por parcela) y el 7, 14, 21 y 27 de mayo, el 2, 10, 26 de junio y el 5, 11 y 18 de julio, muestreándose 6 plantas por parcela elemental. Para la segunda fecha de siembra, se realizó el primer muestreo el 14 de mayo (muestreándose 22 plantas

por parcela) aunque no se dispone de datos de pesos secos ni de área foliar. El resto de muestreos fueron coincidentes con los de la siembra de primeros de febrero excepto el de 11 de julio que no se realizó. También, en cada fecha, se muestrearon seis plantas por parcela elemental.

Cuadro 2.8. Tratamientos fitosanitarios realizados en las parcelas experimentales.

Tipo de plaga o enfermedad a combatir	Fecha de tratamiento	Materia activa	Producto comercial	Dosis
Larvas de dípteros	01.02.90	Fonofos 5%	Dyfonate 5G	8 kg/ha
Trips, botrytis y mildiu	18.04.90	Metil paratión 35%	Aration 35	0,8 L/ha
		Cimoxanilo 4% + Zineb 40%	Milzan	2,5 kg/ha
		Dimetoato	Perfekthion	1,0 L/ha
Trips y pulgones	04.05.90	Clorpirifos 48%	Pyrinex 48	0,7 L/ha
		Dimetoato	Perfekthion	1,0 L/ha
Trips y pulgones	19.05.90	Clorpirifos 48%	Pyrinex 48	0,7 L/ha
		Dimetoato	Perfekthion	1,0 L/ha
Trips, pulgones, botrytis y mildiu	31.05.90	Clorpirifos 48%	Pyrinex 48	0,7 L/ha
		Dimetoato	Perfekthion	1,1 L/ha
		Cimoxanilo 4% + Zineb 40%	Milzan	2,5 kg/ha
		Vinclozolin 50%	Ronilan	1,1 L/ha
Trips y pulgones	20.06.90	Clorpirifos 48%	Pyrinex 48	0,7 L/ha
		Dimetoato	Perfekthion	1,0 L/ha
Botrytis	25.06.90	Vinclozolin 50%	Ronilan	1,1 L/ha
Trips y pulgones	20.06.90	Clorpirifos 48%	Pyrinex 48	0,7 L/ha
		Dimetoato	Perfekthion	1,0 L/ha

Se recolectaron noventa bulbos por parcela elemental el 14 de agosto para la siembra de primeros de febrero y el 22 de agosto para la siembra de finales de febrero.

2.3.4. Evaluación de distintos cultivares. Cuarto año de experimentación. (Experimento 2.4) .

En este experimento se evaluaron tres cultivares ya utilizados en el experimento 2.2.3, Staro, Southport White Globe y Valenciana de Grano.

En relación al experimento 2.2.3 se modificó el sistema de riego, pasando de un riego infrecuente a un riego de alta frecuencia. La densidad de establecimiento fue de 80 plantas m⁻². El diseño empleado fue en bloques al azar, con cuatro repeticiones.

La longitud de cada parcela elemental era de 6 m. Cada parcela constaba de cinco hileras y la distancia entre hileras era de 15 cm.

La siembra se realizó sobre suelo seco en superficie el 12 de marzo de 1991. La emergencia de plántulas se controló en días alternos en la segunda y tercera hilera, en una longitud de 5 m, en cada una de ellas. Para ajustar la densidad, se procedió a un aclareo tras el 50% de emergencia.

Las propiedades edáficas se resumen en el cuadro 3.1.

El sistema de riego era de cobertura total, por goteo, mediante goteros autocompensantes de caudal 2,1 L h⁻¹.

El agua de riego procedía de un pozo. Del análisis del agua de riego (cuadro 2.9) cabe destacar el aporte de nitrógeno en forma nítrica que se incluyó en la planificación del abonado nitrogenado. Se controlaron los valores de nitrógeno en forma nítrica a lo largo del cultivo. En relación al riesgo de salinización y en el caso de una salinidad clorurada, puede controlarse mediante la fracción de lavado (FL). En riego de alta frecuencia y considerando una conductividad eléctrica del extracto de pasta saturada del suelo (CEe) para el cual la producción de cebolla sería nula (CEe= 8 dS/m; Ayers y Westcot, 1985) la fracción de lavado es del 9,2%. Por tratarse de una salinidad sulfatada, este valor debería ser mucho menor, por tanto, si se aumenta un 10% la cantidad de agua aplicada, se compensa también la ineficiencia del sistema.

El riesgo de obstrucción por precipitados químicos, calculado mediante el índice de Langelier (I_s) con valor I_s=0,37, indica que existe tendencia a precipitar el carbonato cálcico (Ayers y Westcot, 1985), por lo que se utiliza como abono el ácido fosfórico para prevenir obturaciones.

Cuadro 2.9. Caracterización química del agua de riego.

pH	C.E. (25°C, dS/m)	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻
		(meq/L)									
7,2	1,47	2,72	9,70	6,71	0,04	1,85	8,61	ip	7,72	1,37	ip

ip = inapreciable

Se empezó a regar el 9 de abril, aplicándose durante este mes 289,8 mm. En mayo, junio y julio se aplicaron 56, 164,8 y 214,8 mm respectivamente. En junio se instalaron cuatro tensiómetros, para medir el potencial matricial a 10 cm (T₁), 15 cm (T₂, T₃) y 20 cm (T₄) de profundidad. T₁ y T₃ se situaron a unos 5 cm del gotero. T₂ y T₄ se situaron a unos

20 cm del gotero. En T₄ el potencial matricial se mantuvo entre -12 y -18 kPa, en T₂ se mantuvo en valores superiores a -20 kPa excepto del 7 al 10 de julio que osciló entre -30 y -40 kPa. En T₁ y T₃ osciló entre -4 y -20 kPa.

En la fotografía 2.1 se aprecia la lectura de uno de los tensiómetros instalados.

La cantidad de fertilizante aplicado mediante riego fue 189,4 kg N/ha, 99,5 kg P₂ O₅/ha y 228,5 kg K₂O/ha. Se realizaron a lo largo del ciclo de cultivo, concretamente el 16 de abril, 13 de mayo, 15 y 26 de junio, 11 y 24 de julio muestreos de suelo, mediante una muestra compuesta de los bloques, para evaluar los niveles de nitrógeno en forma nítrica a distintas profundidades, de 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 y de 40-60 cm.

No se aplicó herbicida y el control de las malas hierbas se realizó manualmente.

Se realizaron tratamientos fitosanitarios el 25 de junio, el 8 y 20 de julio para el control de trips (*Thrips tabaci*), mildiu (*Peronospora destructor*), botrytis (*Botrytis allii*) y alternaria (*Alternaria porri*). Los tratamientos realizados se recogen en el cuadro 6.1, en los mismos se respetó la programación del propietario de la finca donde se ubicó el experimento.



Fotografía 2.1. Detalle de uno de los tensiómetros instalados en las parcelas del ensayo.

En campo se marcaron doce plantas por parcela. En estas plantas se siguió el desarrollo foliar, hojas visibles totales (verdes y secas) a lo largo del ciclo, concretamente el 24 de mayo, 8,15 y 26 de junio, 2,11 y 19 de julio. En recolección sus bulbos se disectaron para observar la presencia de escapos florales y el desarrollo de hojas interiores.

Se realizaron muestreos destructivos de plantas (ocho plantas en cada muestreo), el 15 y 26 de junio, 4 y 18 de julio. Se midió el peso fresco y seco fraccionado, el número de hojas verdes, el área foliar, la altura de la planta y la altura del bulbo más el pseudotallo, el diámetro máximo del bulbo y mínimo del pseudotallo.

Mediante disección se midió la relación foliar y se anotó si había desarrollo del escapo floral. Se observó también el desarrollo de yemas axilares (fotografía 2.2).



Fotografía 2.2. Visión de un bulbo durante el proceso de disección. Se observan dos yemas axilares primarias, una secundaria y una terciaria.

La flacidez del pseudotallo para determinar la madurez se controló en 50 plantas de cada parcela, distribuidas en dos filas distintas, la segunda y la tercera, en tramos no yuxtapuestos. En la determinación de la fecha de madurez, se descartaron aquellas plantas que presentaban escapo floral, ya que en esta situación el pseudotallo se mantiene rígido.

El 23 de julio, se muestrearon todas las parcelas de 0-10, 10-20, 20-40 y 40-60 cm para el estudio de la distribución en profundidad del sistema radicular , utilizando la metodología descrita en el anejo II.

Se realizaron lecturas de la radiación interceptada por el cultivo mediante tubos solarímetros. Las medidas se realizaron próximas al mediodía solar el 28 de junio, 5, 11 y 19 de julio.

El tres de agosto se recolectaron 100 bulbos en cada parcela elemental. Se midió el diámetro mínimo y su altura.

2.3.5. Evaluación de distintos cultivares. Quinto año de experimentación. (Experimento 2.5).

Se repitió el experimento 2.4 en la misma parcela, es decir, manteniendo los mismos cultivares Staro, Southport White Globe y Valenciana de Grano, la densidad de 80 plantas m⁻², el tamaño de las parcelas y el sistema de riego. El diseño fue de bloques al azar, con dos repeticiones.

La siembra se realizó el 4 de marzo y se controló mediante conteos las fechas del 50% de emergencia. El riego, el abonado y los tratamientos fitosanitarios coinciden con los del experimento 3.2, descrito en el capítulo 3.

El seguimiento del crecimiento, el desarrollo y la cuantificación de la producción se realizó como en el experimento

2.4. Los muestreos destructivos se llevaron a cabo el 27 de mayo, 10 y 24 de junio, 9 y 21 de julio, 6 y 12 de agosto.

Se recolectó el 12 de agosto.