



UNIVERSITAT DE LLEIDA

**Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària
Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl**

TESIS DOCTORAL

**Bases ecofisiológicas de la producción de cebolla (*Allium cepa* L.):
Aportaciones para la mejora de las técnicas de cultivo en el Pla d'Urgell (Lleida)**

**Ecophysiological basis of onion production (*Allium cepa* L.):
A contribution to the improvement of agricultural practices in the Pla d'Urgell (Lleida)**

**Ángela-D. Bosch Serra
Lleida, junio de 1999**

UNIVERSITAT DE LLEIDA
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària
Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl

TESIS DOCTORAL

**Bases ecofisiológicas de la producción de cebolla (*Allium cepa* L.):
Aportaciones para la mejora de las técnicas de cultivo en el Pla d'Urgell (Lleida).**

**Ecophysiological basis of onion production (*Allium cepa* L.):
A contribution for the improvement of agricultural practices in the Pla d'Urgell area (Lleida).**

Memoria presentada por
Ángela-D. Bosch Serra
para optar al grado de Doctor

Doctoranda

Ángela-D. Bosch Serra

V.B.
Directores de la tesis

Prof. Dr. José Vicente Maroto Borrego

Prof. Dr. Jaime Porta Casanellas

Lleida, junio de 1999

Així també vosaltres, quan haureu fet el que us haurà estat encomanat, digueu: Nosaltres som mers servents; no hem fet altra cosa que complir el nostre deure.

Lluc 17, 10.

El presente estudio se plantea a fin de optimizar las prácticas de cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) a la vez que se profundiza en las bases ecofisiológicas de su producción. La experimentación se ubica en la comarca del Pla d'Urgell (Lleida) donde constituye la principal hortícola. El cultivar más común, con siembra a partir de enero, es Valenciana de Grano (V. de Grano). Se recolecta en la segunda quincena de agosto y se destina a consumo en fresco aunque almacenándose para ser comercializado durante todo el invierno. El riego es por escorrentía, regulándose por turnos.

La región tiene un clima semiárido (400 mm año⁻¹), con fuertes heladas invernales y elevadas temperaturas en verano.

Todos los experimentos en la zona, excepto uno, se plantearon en campo durante seis años, en suelos calcáreos y libres de salinidad, con texturas desde arenosas a arcillosas. Se completaron con ensayos de campo en Wellesbourne (GB).

Al iniciar el presente trabajo, los factores condicionantes de la producción en la comarca eran el establecimiento del cultivo, la fertilización, el manejo del agua de riego, las orientaciones de la producción y la recolección. Excepto este último punto todos los demás han sido abordados en la tesis. La diversificación de la producción se evaluó con la caracterización de cultivares destinados a deshidratación. De entre ellos, Staro y Southport White Globe (S.W.G.), de ciclo semejante a V. de Grano, se apuntan como interesantes bajo los diversos manejos en que fueron evaluados.

La introducción del riego de alta frecuencia permitió triplicar los rendimientos respecto al riego tradicional, que no cubre las necesidades del cultivo, obteniendo producciones próximas a 10 Mg ha⁻¹ de materia seca en bulbo. Bajo estas nuevas condiciones son aconsejables las siembras de marzo, mientras que en las anteriores lo son a finales de enero-principios de febrero, no siendo recomendables siembras más tempranas por el bajo porcentaje de establecimiento. El pre-acondicionado de semillas adelanta la emergencia.

En condiciones de riego de alta frecuencia, el 90% de la longitud radicular (LR) se halla en los primeros 40 cm, con valores de densidad de longitud radicular entre 8 - 9 cm cm⁻³ en los primeros 20 cm. Puede establecerse una relación lineal entre la LR y el peso seco de la parte aérea en cebolla. En base a la relación anterior obtenida, V. de Grano, comparada con los cultivares Staro y S.W.G, presenta a igualdad de peso seco de la parte aérea una mayor longitud radicular. El máximo alargamiento radicular se produce unas dos semanas antes del inicio de la bulbificación.

En concordancia con el modelo de crecimiento radicular obtenido, (con una baja densidad de longitud radicular y distribución superficial en los estados iniciales), las jóvenes plántulas sembradas en un amplio intervalo de densidades, en suelos de pH ligeramente ácido o básico, con niveles de fertilidad bajos en fósforo y potasio, responden a la inyección localizada de fertilizante líquido fosfo-amoniaco. En condiciones de riego a la demanda, se acelera el crecimiento inicial de las plántulas, se aumentan los contenidos de P y N en las mismas y disminuyen los de K. Se produce también un avance en la madurez que impide observar diferencias en recolección en siembras tempranas pero que, en siembras tardías, evita la reversión del proceso de bulbificación, reduciendo el número de plantas que no

alcanzan la madurez. En situaciones donde no se puedan cubrir las necesidades hídricas de las plantas, la inyección de fertilizante puede traducirse en un incremento de las producciones.

En relación al abonado no localizado, en condiciones de riego infrecuente, puede limitarse la aplicación de N en fondo antes del primer riego (por los riesgos de lixiviación), aunque es imprescindible la realización de al menos un abonado de cobertera a finales de mayo. Bajo estrés hídrico, es la disminución de los contenidos de N en bulbo, frente a los contenidos en limbo, la que manifiesta de forma más acusada las limitaciones en el suministro de este nutriente.

El riego de alta frecuencia favorece la absorción de P, Fe y Mn. Bajo este sistema de riego se pueden obtener las elevadas producciones citadas con contenidos de N en planta inferiores en los estados iniciales (biomasa $< 4 \text{ Mg ha}^{-1}$) a los niveles críticos propuestos en la bibliografía. Además, se puede establecer a lo largo del ciclo una relación lineal entre los contenidos en la biomasa aérea de K y N, aunque no se ha podido encontrar entre el N y el P.

Las extracciones máximas diarias de nutrientes se producen al iniciarse el proceso de bulbificación, situándose en $6,3 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, $0,9 \text{ kg P ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, $10,6 \text{ kg K ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, $5,4 \text{ kg Ca ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ y $0,7 \text{ kg Mg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. En condiciones de producción próximas a las potenciales, el equilibrio N:P:K:Ca:Mg en las exportaciones por el bulbo presenta la relación 8:1:9:2:0,3, siendo las exportaciones de P entre $35\text{-}38 \text{ kg P ha}^{-1}$. En K puede existir un consumo de lujo.

Se han obtenido concentraciones de nutrientes en la solución del suelo consideradas críticas para mantener mediante difusión la tasa de extracción calculada por unidad de longitud radicular, pudiéndose utilizar como criterio adicional para establecer índices de fertilidad en las nuevas técnicas de intensificación y para el manejo de la fertirrigación.

Bajo este manejo intensivo, el índice de área foliar (IAF) y la fracción de la radiación fotosintéticamente activa interceptada durante el periodo de crecimiento foliar, previa la bulbificación, pueden estimarse mediante índices de vegetación calculados a partir de los valores de reflectividad de la cubierta vegetal en las bandas de 660,9 nm y 813,2 nm. A partir de dichas relaciones también se puede predecir la producción de biomasa.

En riego de alta frecuencia y aún retrasando en dos meses la fecha de siembra respecto al sistema de riego tradicional, se ha observado un incremento de la floración prematura que es mayor a densidades más elevadas. Este fenómeno que se manifiesta una vez completada la vernalización, es atribuible al mayor IAF. No se puede atribuir a las diferencias en los contenidos de nitrógeno en limbo y vaina envolvente, el ser causa directa de las diferencias entre densidades en la subida a flor prematura. Si se quieren mantener las altas producciones no es viable reducir el IAF. Una alternativa es disminuir el número de plantas con escape floral visible, por lo que sería recomendable arrancar las plantas al detectar el inicio del proceso de maduración, aspecto que debería ser investigado en detalle.

El present estudi es planteja per tal d'optimitzar les pràctiques de conreu en ceba (*Allium cepa* L.) a la vegada que s'aprofundeix en les bases ecofisiològiques d'aquesta producció. El treball s'ha ubicat a la comarca del Pla d'Urgell

(Lleida) on constitueix el principal cultiu hortícola. El cultivar més comú, amb sembra a partir de gener, és Valenciana de Gra (V. de Gra). Es recol·lecta a la segona quinzena d'agost i es destina al consum en fresc, encara que s'emmagatzema per comercialitzar-lo durant tot l'hivern. El reg és a tesa i es regula per torns.

La regió té un clima semiàrid (400 mm any^{-1}), amb fortes gelades hivernals i elevades temperatures a l'estiu.

Tots els experiments a la zona, excepte un, es van plantejar en camp durant sis anys diferents, en sòls calcaris i lliures de salinitat, amb textures des d'arenoses a argiloses. Es van completar amb un assaig de camp a Wellesbourne (GB).

En iniciar el present treball, els factors condicionants de la producció a la comarca eren l'establiment del cultiu, la fertilització, el maneig de l'aigua de reg, les orientacions de la producció i la recol·lecció. Excepte aquest últim punt tots els altres han estat abordats a la present tesi. La diversificació de la producció es va avaluar amb la caracterització de cultivars destinats a deshidratació. Entre ells, Staro i Southport White Globe (S.W.G.), de cicle semblant a V. de Gra, es presenten interessants sota els diversos sistemes de maneig amb què es van avaluar.

La introducció del reg d'alta freqüència va permetre triplicar els rendiments respecte el reg tradicional que no cobreix les necessitats del cultiu, obtenint-se produccions pròximes a 10 Mg ha^{-1} de matèria seca en bulb. Sota aquestes noves condicions són aconsellables les sèmbras de març, mentre que en les anteriors ho són a finals de gener - principis de febrer, no éssent recomanables sèmbras més primerenques pel baix percentatge d'establiment. El pre-acondicionat de llavors avança l'emergència.

En condicions de reg d'alta freqüència, el 90% de la longitud radicular (LR) es troba en els primers 40 cm, amb valors de densitat de longitud radicular entre $8 - 9 \text{ cm cm}^{-3}$ en els primers 20 cm. Es pot establir una relació lineal entre la LR i el pes sec de la part aèria de la planta en ceba. En base a la relació anterior obtinguda, V. de Gra, en comparació amb els cultivars Staro i S.W.G., presenta a igualtat de pes sec de la part aèria, una major longitud radicular. El màxim allargament radicular es produeix unes dues setmanes abans de l'inici de la bulbificació.

En concordança amb el model de creixement radicular obtingut, (amb una baixa densitat de longitud radicular i distribució superficial en els estadis inicials), les joves plàntules sembrades en un ampli interval de densitats, en sòls de pH lleugerament àcid o bàsic, amb nivells de fertilitat baixos en fòsfor i potassi, responen a la injecció localitzada de fertilitzant líquid fosfo-amoniacal. En condicions de reg a la demanda, s'accelera el creixement inicial de les plàntules, augmenten els continguts de P i N a les mateixes i disminueixen els de K. Es produeix també un avanç en la maduresa que impedeix observar diferències en recol·lecció en sèmbras primerenques però que, en sèmbras tardanes, evita la reversió del procés de bulbificació, reduint el nombre de plantes que no assoleixen la maduresa. En situacions on no es puguin cobrir les necessitats hídriques de les plantes, la injecció de fertilitzant es pot traduir en un increment de les produccions.

En relació a l'adobat no localitzat, en condicions de reg infreqüent, es pot limitar l'aplicació de N de fons abans del primer reg (pels riscos de lixiviació), encara que és imprescindible la realització d'almenys un adobat de cobertura a finals de maig. Sota estrès hídric, és la disminució dels continguts de N en bulb, en comparació dels continguts en limbe, la que manifesta de forma més acusada les limitacions en el subministrament d'aquest nutrient.

El reg d'alta freqüència afavoreix l'absorció de P, Fe i Mn. Amb aquest sistema es poden obtenir les elevades produccions citades amb continguts de N en planta inferiors, en els estats inicials (biomassa $< 4 \text{ Mg ha}^{-1}$), als nivells crítics proposats a la bibliografia. A més, es pot establir al llarg del cicle una relació lineal entre els continguts en la biomassa aèria de K i N, tot i que no s'ha pogut trobar entre el N i el P.

Les extraccions màximes diàries de nutrients es produeixen a l'inici del procés de bulbificació, situant-se en $6,3 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, $0,9 \text{ kg P ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, $10,6 \text{ kg K ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, $5,4 \text{ kg Ca ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ i $0,7 \text{ kg Mg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. En condicions de producció pròximes a les potencials, l'equilibri N:P:K:Ca:Mg en les exportacions del bulb presenta la relació 8:1:9:2:0,3, éssent les exportacions de P entre $35\text{-}38 \text{ kg P ha}^{-1}$. En K pot existir un consum de luxe.

S'ha obtingut concentracions de nutrients a la solució del sòl considerades crítiques per a mantenir mitjançant difusió la taxa d'extracció de nutrients calculada per unitat de longitud radicular, podent-se utilitzar com a criteri addicional per a establir índexs de fertilitat en les noves tècniques d'intensificació i pel maneig de la fertirrigació.

Sota aquest maneig intensiu, l'índex d'àrea foliar (IAF) i la fracció de radiació fotosintèticament activa interceptada durant el període de creixement foliar, prèvia la bulbificació, es poden estimar mitjançant índexs de vegetació calculats a partir de valors de reflectivitat de la coberta vegetal a les bandes de $660,9 \text{ nm}$ i $813,2 \text{ nm}$. A partir d'aquestes relacions es pot preveure també la producció de biomassa.

En reg d'alta freqüència, tot i retardant en dos mesos la data de sembra respecte el sistema de reg tradicional, s'ha observat un increment de la floració prematura que és més gran a densitats més elevades. Aquest fenomen que es manifesta una vegada completada la vernalització, és atribuïble al major IAF. No es pot atribuir a les diferències en els continguts de N en el limbe i en la beina envoltant, el ser causa directa de les diferències entre densitats en la incidència de floració prematura. Si es volen mantenir les altes produccions no és viable reduir l'IAF. Una alternativa és disminuir el nombre de plantes amb inflorescència visible, pel què seria recomanable arrancar les plantes en detectar-se l'inici del procés de maduració, aspecte que hauria d'ésser investigat més minuciosament.

The aim of this work was the improvement of agricultural practices on an onion crop (*Allium cepa* L.) and, at the same time, to study of its eco-physiological production bases. The research was carried out in the Pla d'Urgell area (Lleida) where it is the most important vegetable crop. The most common cultivar, sown from January onward, is Valenciana de Grano (V. de Grano). It is harvested during the second fortnight of August for fresh consumption. It is usually stored for marketing through the winter. The onions are border irrigated and water is regulated by turns.

The area has a semi-arid climate (400 mm year⁻¹) with heavy winter frosts and high summer temperatures.

All the experiments were done over six years in the field, except for one done out of soil. Soils were calcareous and free of salinity with textures ranging from sandy to clay. Research was complemented with a field trial at the Horticultural Research International in Wellesbourne (Great Britain).

At the beginning of this study, the factors limiting onion production in the area were plant establishment, fertilisation, water management, production orientation and harvest system. All these factors, except the last one, have been analysed in this PhD thesis.

The diversification through new cultivars of production for dehydration purposes has been evaluated. Staro and Southport White Globe (S.W.G.), with a similar growth cycle as V. de Grano were evaluated under the different management systems and seem to be promising cultivars.

The introduction of a high frequency irrigation system led to a threefold increase in yields over those obtained with the traditional irrigation system given that the latter did not satisfy plant water requirements. Yields of dry bulb matter close to 10 Mg ha⁻¹ were obtained.

March sowing is advisable with the new irrigation system. In the old system, sowing in late January or early February was recommended, while earlier sowing was not advisable because of low establishment. The use of priming seeds advances emergence.

With a high irrigation frequency, 90 % of root length (RL) is concentrated in the first 40 cm of soil depth, with a root length density of 8 - 9 cm cm⁻³ in the first 20 cm. A linear relationship between RL and shoot dry matter can be established. According to this relationship and for a fixed shoot dry matter, V. de Grano shows a higher RL than Staro and S.W.G. The maximum RL production is recorded two weeks before the onset of bulbing.

In soils with basic or slightly acid pH and low P and K fertility levels, the response to an injection of ammonium phosphate "starter" fertiliser solution in young seedlings sown in a wide range of densities is consistent with the root growth pattern obtained (low root length density and shallow distribution in the early stages). Initial shoot growth was accelerated by conditions of full water availability. Moreover, P and N content was increased and K content was reduced. Advancement in crop maturity is also obtained. This is the why no significant yield increases in early sowings

were obtained. In the later sowings, starter fertiliser reduced the percentage of non-maturing "thick-necked" bulbs. When the water needs of the onion plant cannot be satisfied, starter fertilisers can increase total bulb yields.

With respect to broadcast fertilisation with flooding irrigation, basal N fertilisation can be reduced before the first irrigation (limiting leaching risks). However, at least one top dressing at the end of May is needed. With water stress the N bulb content is reduced more than the N leaf blade content.

High frequency irrigation facilitates P, Fe and Mn absorption. With this irrigation system it is possible to achieve the quoted high yields with a N plant content in the early stages (biomass $< 4 \text{ Mg ha}^{-1}$) below the critical levels established in the literature. Furthermore, it is possible to establish a lineal relationship between shoot dry matter K and N content during the onion crop growth period although it has not been possible to establish one between N and P contents.

Maximum nutrient uptake rates occurred at the onset of bulbing with $6.3 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ day}^{-1}$, $0.9 \text{ kg P ha}^{-1} \text{ day}^{-1}$, $10.6 \text{ kg K ha}^{-1} \text{ day}^{-1}$, $5.4 \text{ kg Ca ha}^{-1} \text{ day}^{-1}$ and $0.7 \text{ kg Mg ha}^{-1} \text{ day}^{-1}$. With a production system where yields are close to the potential yields in the area, the equilibrium N:P:K:Ca:Mg of bulb extractions shows the ratio 8:1:9:2:0.3. Phosphorous extractions are between 35 and 38 kg P ha^{-1} . A luxury K consumption may exist.

Nutrient concentrations in the soil solution necessary to sustain the nutrient fluxes into the root system by diffusive supply have been calculated. They can be useful as complementary criteria in the establishment of new fertility indices for this intensive production system and for fertigation management.

Under this intensive management system, the leaf area index (LAI) and the fraction of intercepted photosynthetically active radiation during the leaf growth period, prior to the onset of bulbing, can be estimated from vegetation indices calculated from onion canopy reflection measurements on the 660.9 nm and 813.4 nm bands. Biomass can also be predicted from spectral reflectance as a result of the previous relationships.

With a high frequency irrigation system where the sowing date is delayed by even two months with respect to the traditional flood irrigation system, bolting increases very sharply as it also does with density. This phenomenon, observed when vernalisation requirements are satisfied, can be related to LAI. Differences in sheath and blade N content cannot explain density differences in bolting percentage. If high yields are to be maintained, a LAI reduction is not feasible. One alternative could be to reduce the number of visible inflorescences. In this case, it would be advisable to pull up onion plants at the onset of maturity but this solution deserves further study.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecer a los directores de esta tesis doctoral, los catedráticos de universidad Dr. Jaime Porta Casanellas y Dr. José Vicente Maroto Borrego sus consejos y apoyo.

I thank Prof. Dr. Duncan J. Greenwood, specially for encouraging me with a cheering up attitude and to Dr. Jaques J. Neeteson from AB-DLO (Wageningen), for his help.

Agradecer la beca de formación de personal investigador del Ministerio de Educación y Cultura, la ayuda de viaje del Instituto Británico (British Council) i a la Diputació de Lleida per l'ajuda d' un milió de pessetes rebuda.

My thanks and gratitude to Dr. J.L. Brewster mostly for transmitting his enthusiasm and honest attitudes. Also to Dr. D. Gray, Dr. H.Rowse and Mr. R.L.K. Drew from Horticulture Research International (Wellesbourne) for their help.

También mi agradecimiento para dos profesores de la ETSEA de Lleida, Dr. Ignacio Romagosa y Dr. Jordi Recasens y al ex-profesor Dr. J.M. Salleras, por su ayuda desinteresada y en el momento preciso, cuando todo son obstáculos.

També a antics companys, avui grans enginyers agrònoms i sobretot amics, amb qui he compartit molt de temps durant la realització d'aquesta tesi, moments d'alegria i de preocupació. Amb molt d'afecte a Montse Antúnez, Francesc Domingo i Pep Virgili.

Molt especialment a M^a Pilar Bosch, a Josep Llop i a Eusebio Andrés Bosch^(*) per les estones de camp viscudes, per la seva companyia i el seu suport en les tasques dures, particularment quan la família anava a incrementar-se.

A antics alumnes, Calvet, Bonet, Melines, Casals, Costa, Porta, Llobera, Callizo, Rosinach i Tamarit. Mercès per les preguntes plantejades.

Al Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl per les seves convocatòries d'ajut destinades a la finalització de tesis doctorals i als companys que m' han suportat amablement durant la realització d'aquest treball, molt especialment als de la xerradeta de l'apat de migdia i del cafè del matí i, particularment, al company i 'mestre' Eng. Pere Porta.

També l'agraïment pels amics fora de l' àmbit de treball que sense entendre comprenien.

Mercès al David Casanova, a l'Asun Usón, a la Cristina Cornudella, a la Bet Pratdesaba, a l'Encarnació Companys, a l'Elionor Badia, a la Berna Riera, al Carlos Montori, a la Carmen Herrero responsable en part, pels seus suggeriments inicials, d'aquest enrenou; a l'Isabel Marzo, a José Mari Salamero, a la Rosa Teira, al Xavier Goñi, al Jordi Sánchez, al Sr. Enric Martí de llavors El Solc, a la secció de llavors del DARP, to Mike Dodd, to Lindsey Peach and family...

Als cebaires del Pla d'Urgell que tenen aquella empenta dels pagesos que creuen en el futur, especialment a la família Camps del Palau d'Anglesola per les seves idees, observacions i saviesa no escrita. Gràcies, cal dir-ho, pels calaixons de cebes de cada any, per a mi ha estat la millor satisfacció.

També vull expressar la meva gratitud a les persones anònimes que han fet possible que el treball fos més agradable; el poder disposar de mitjans informàtics, especialment gràcies a qui va moure els fils per l'ordinador del despatx; la rapidesa en obtenir documents, la preocupació per actualitzar informació del servei de biblioteca; al personal de seguretat que amablement passava les trucades de la família al meu telèfon interior els caps de setmana; als qui van decidir mantenir la calefacció de l'edifici durant períodes de vacances; i finalment, als autors dels llibres i articles que realment ensenyen, fets pensant amb el receptor del missatge ; també a les persones que m'invitaren a reflexionar.

A la vegada vull excusar-me molt sincerament a totes aquelles persones a qui, amb l'atabalament de la tesi, no he atès o escoltat.

En darrer lloc agrair a la meva família el seu recolzament; mai hi hauran paraules. Va per vosaltres ! .

Esmentar també que no tot ha estat flors i violes i que en moltes ocasions m'ha costat un esforç immens veure el cantó bo de les coses. Per sort una tesi dóna temps per tot, fins i tot, per això. Mercès per forçar-me a un altre tipus d'aprenentatge.

MERCÈS !

GRACIAS !

THANKS !

DANKE !

MERCI !

GRAZIE!

TINGHIK !

TINGKI YABAIA !

ÍNDICE

	<u>Cap.</u>	<u>Pàg.</u>
ABREVIATURAS, SÍMBOLOS Y DEFINICIONES. LIST OF SYMBOLS		xxi
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL	1 -	1
1.1. Generalidades	1 -	1
1.2. Distribución de la producción mundial, en España y en el Pla d'Urgell (Lleida)	1 -	1
1.3. Objetivo general	1 -	15
1.4. Estructura del documento	1 -	16
CAPÍTULO II. CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE DISTINTOS CULTIVARES DE CEBOLLA	2 -	1
2.1. Introducción	2 -	1
2.2. Objetivos	2 -	4
2.3. Material y métodos	2 -	5
2.3.1. Evaluación de distintos cultivares. Primer año de experimentación. (Experimento 2.1)	2 -	5
2.3.1.1. Evaluación de distintos cultivares en una finca de Sidamon (Lleida). (Experimentos 2.1.1 y 2.1.2)	2 -	5
2.3.1.1.1. Evaluación de distintos cultivares en una única fecha de siembra en febrero. (Experimento 2.1.1)	2 -	7
2.3.1.1.2. Evaluación de distintos cultivares en distintas épocas de siembra. (Experimento 2.1.2)	2 -	9
2.3.1.2. Cultivar Valenciana de Grano en una finca del Palau d'Anglesola (Lleida). (Experimento 2.1.3)	2 -	9
2.3.1.3. Cultivar Southport White Globe en una finca de Mollerussa (Lleida). (Experimento 2.1.4)	2 -	10
2.3.1.4. Evaluación de distintos cultivares en una finca de Almacelles (Lleida). (Experimento 2.1.5)	2 -	11
2.3.2. Evaluación de distintos cultivares. Segundo año de experimentación. (Experimento 2.2)	2 -	12
2.3.2.1. Evaluación de distintos cultivares precoces, para distintas densidades y épocas de siembra. (Experimento 2.2.1)	2 -	15
2.3.2.2. Evaluación de distintos cultivares aptos para deshidratación. (Experimento 2.2.2)	2 -	15
2.3.2.3. Evaluación de distintos cultivares tardíos, para distintas densidades y épocas de siembra. (Experimento 2.2.3)	2 -	16
2.3.3. Evaluación de distintos cultivares para distintas épocas de siembra y densidades.		

Tercer año de experimentación. (Experimento 2.3)	2 -	16
2.3.4. Evaluación de distintos cultivares. Cuarto año de experimentación. (Experimento 2.4)	2 -	19
2.3.5. Evaluación de distintos cultivares. Quinto año de experimentación. (Experimento 2.5)	2 -	22
2.4. Resultados y discusión	2 -	23
2.4.1. Evaluación de distintos cultivares. Primer año de experimentación. (Experimento 2.1)	2 -	23
2.4.1.1. Evaluación de distintos cultivares en una finca de Sidamon (Lleida) para una única fecha de siembra en febrero. (Experimento 2.1.1)	2 -	23
2.4.1.2. Evaluación de distintos cultivares en una finca de Sidamon (Lleida) en distintas épocas de siembra. (Experimento 2.1.2)	2 -	26
2.4.1.3. Cultivar Valenciana de Grano en finca del Palau d'Anglesola (Lleida). (Experimento 2.1.3).	2 -	28
2.4.1.4. Cultivar Southport White Globe en una finca de Mollerussa (Lleida). (Experimento 2.1.4).	2 -	29
2.4.1.5. Evaluación de distintos cultivares en una finca de Almacelles (Lleida). (Experimento 2.1.5).	2 -	30
2.4.2. Evaluación de distintos cultivares. Segundo año de experimentación. (Experimento 2.2)	2 -	34
2.4.2.1. Evaluación de distintos cultivares precoces, para distintas densidades y épocas de siembra. (Experimento 2.2.1)	2 -	35
2.4.2.2. Evaluación de distintos cultivares aptos para deshidratación. (Experimento 2.2.2)	2 -	44
2.4.2.3. Evaluación de distintos cultivares tardíos, para distintas densidades y épocas de siembra. (Experimento 2.2.3)	2 -	51
2.4.3. Evaluación de distintos cultivares para distintas épocas de siembra y densidades. Tercer año de experimentación. (Experimento 2.3)	2 -	65
2.4.4. Evaluación de distintos cultivares. Cuarto año de experimentación. (Experimento 2.4)	2 -	87
2.4.5. Evaluación de distintos cultivares. Quinto año de experimentación. (Experimento 2.5)	2 -	99
2.5. Discusión general	2 -	109
2.5.1. Comparación respecto a V. de Grano de los cultivares más interesantes para deshidratación evaluados	2 -	109
2.5.2. Mejora de las prácticas de manejo	2 -	110
2.5.3. Significación de los parámetros medidos en relación al proceso de bulbificación	2 -	113
2.6. Conclusiones	2 -	114
CAPÍTULO III. CRECIMIENTO Y DESARROLLO RADICULAR DE DIFERENTES CULTIVARES DE CEBOLLA	3 -	1
3.1. Introducción	3 -	1
3.2. Objetivos	3 -	3
3.3. Material y métodos	3 -	4
3.3.1. Cultivo fuera suelo. (Experimento 3.1)	3 -	4

3.3.2. Cultivo en condiciones de campo, bajo riego de alta frecuencia. (Experimento 3.2)	3 -	5
3.4. Resultados	3 -	9
3.4.1. Crecimiento de la planta, bulbificación y producciones	3 -	9
3.4.1.1. Cultivo fuera suelo. (Experimento 3.1)	3 -	9
3.4.1.2. Cultivo en condiciones de campo, bajo riego de alta frecuencia. (Experimento 3.2)	3 -	12
3.4.2. Desarrollo radicular	3 -	13
3.4.3. Longitud radicular	3 -	16
3.4.4. Distribución radicular en campo	3 -	18
3.5. Discusión	3 -	21
3.5.1. Reparto de biomasa y producciones	3 -	21
3.5.2. Desarrollo radicular	3 -	23
3.5.3. Longitud radicular	3 -	23
3.5.4. Distribución radicular en campo	3 -	25
3.6. Conclusiones	3 -	27
CAPÍTULO IV. CRECIMIENTO Y ABSORCIÓN DE NUTRIENTES EN CEBOLLA	4 -	1
4.1. Introducción	4 -	1
4.2. Objetivos	4 -	7
4.3. Material y métodos	4 -	8
4.3.1. Extracción de nutrientes en condiciones de riego infrecuente para distintos cultivares. (Experimento 4.1)	4 -	8
4.3.2. Contenido de nitrógeno en el sistema radicular para distintos cultivares. (Experimento 4.2)	4 -	8
4.3.3. Balance de nitrógeno en Valenciana de Grano en condiciones de riego infrecuente. (Experimento 4.3)	4 -	8
4.3.4. Extracción de nutrientes en condiciones de riego de alta frecuencia. (Experimento 4.4)	4 -	12
4.3.4.1. Cuantificación de la extracción de nutrientes en distintos cultivares, Valenciana de Grano, Staro y Southport White Globe. (Experimento 4.4.1)	4 -	12
4.3.4.2. Nueva cuantificación de la extracción de nutrientes en Valenciana de Grano. (Experimento 4.4.2)	4 -	13
4.4. Resultados	4 -	15
4.4.1. Extracción de nutrientes en condiciones de riego infrecuente para distintos cultivares. (Experimento 4.1)	4 -	15
4.4.2. Contenido de nitrógeno en el sistema radicular para distintos cultivares. (Experimento 4.2)	4 -	34
4.4.3. Balance de nitrógeno en Valenciana de Grano en condiciones de riego infrecuente. (Experimento 4.3)	4 -	35
4.4.4. Extracción de nutrientes bajo condiciones de riego de alta frecuencia. (Experimento 4.4)	4 -	49
4.5. Discusión	4 -	77
4.5.1. Contenidos de nitrógeno en cebolla de forma fraccionada, extracciones y exportaciones	4 -	77

4.5.2. Contenidos de fósforo en cebolla de forma fraccionada, extracciones y exportaciones	4 -	84
4.5.3. Contenidos de potasio en cebolla de forma fraccionada, extracciones y exportaciones	4 -	86
4.5.4. Contenidos de calcio en cebolla de forma fraccionada, extracciones y exportaciones	4 -	87
4.5.5. Contenido de magnesio en cebolla de forma fraccionada, extracciones y exportaciones	4 -	88
4.5.6. Contenido de sodio y micronutrientes en cebolla de forma fraccionada, extracciones y exportaciones	4 -	89
4.5.6.1. Sodio	4 -	89
4.5.6.2. Micronutrientes	4 -	90
4.5.7. Suministro de macronutrientes y nutrientes secundarios mediante difusión	4 -	92
4.6. Conclusiones	4 -	96
CAPÍTULO V. MEJORA DE LAS TÉCNICAS DE CULTIVO: INYECCIÓN DE FERTILIZANTE BAJO SEMILLA.	5 -	1
5.1. Introducción	5 -	1
5.2. Objetivos	5 -	3
5.3. Material y métodos	5 -	4
5.3.1. Inyección de fertilizante en condiciones de riego por aspersión y a la demanda. (Experimento 5.1)	5 -	4
5.3.2. Inyección de fertilizante en condiciones de riego por escorrentía y por turnos. (Experimento 5.2)	5 -	7
5.3.2.1. Inyección de fertilizante en relación a la época de siembra. (Experimento 5.2.1)	5 -	10
5.3.2.2. Inyección de fertilizante en siembra de enero. (Experimento 5.2.2)	5 -	11
5.4. Resultados	5 -	12
5.4.1. Inyección de fertilizante en condiciones de riego por aspersión y a la demanda. (Experimento 5.1)	5 -	12
5.4.1.1. Primera época de siembra : 8 de marzo. (Experimento 5.1.1)	5 -	12
5.4.1.2. Segunda época de siembra : 19 de mayo. (Experimento 5.1.2)	5 -	19
5.4.2. Inyección de fertilizante en condiciones de riego por escorrentía y por turnos. (Experimento 5.2).	5 -	15
5.4.2.1. Inyección de fertilizante en relación a la época de siembra. (Experimento 5.2.1)	5 -	15
5.4.2.2. Inyección de fertilizante en siembra de enero. (Experimento 5.2.2)	5 -	16
5.5. Discusión	5 -	20
5.6. Conclusiones	5 -	22
CAPÍTULO VI. FLORACIÓN PREMATURA EN CEBOLLA EN CONDICIONES DE RIEGO DE ALTA FRECUENCIA	6 -	1
6.1. Introducción	6 -	1
6.2. Objetivos	6 -	6

6.3. Material y métodos	6 -	7
6.3.1. Floración prematura en un amplio intervalo de densidades y para dos niveles de radiación incidente. (Experimento 6.1)	6 -	7
6.3.2. Floración prematura en relación con la época de siembra. (Experimento 6.2)	6 -	14
6.3.3. Floración prematura en un amplio intervalo de densidades y para dos niveles de fertilización nitrogenada. (Experimento 6.3)	6 -	15
6.4. Resultados y discusión	6 -	20
6.4.1. Condiciones de medio: características meteorológicas durante el desarrollo de los experimentos	6 -	20
6.4.2. Crecimiento y desarrollo de las plantas. Producciones	6 -	23
6.4.2.1. Experimento bajo un amplio intervalo de densidades y para dos niveles de radiación incidente. (Experimento 6.1)	6 -	23
6.4.2.2. Experimento con distintas épocas de siembra. (Experimento 6.2)	6 -	42
6.4.2.3. Experimento con varios niveles de fertilización nitrogenada en distintas densidades. (Experimento 6.3.)	6 -	55
6.4.3. Radiación interceptada, radiación transmitida y radiación reflejada	6 -	72
6.4.3.1. Experimento bajo un amplio intervalo de densidades y para dos niveles de radiación incidente. (Experimento 6.1)	6 -	72
6.4.3.2. Experimento con distintas épocas de siembra. (Experimento 6.2)	6 -	73
6.4.3.3. Experimento con varios niveles de fertilización nitrogenada en distintas densidades. (Experimento 6.3)	6 -	73
6.4.4. Contenido de nitrógeno en forma nítrica en el suelo. Evolución del contenido de nitrógeno en las plantas. Balance de nitrógeno	6 -	87
6.4.4.1. Experimento bajo un amplio intervalo de densidades y para dos niveles de radiación incidente. (Experimento 6.1)	6 -	87
6.4.4.2. Experimento con varios niveles de fertilización nitrogenada en distintas densidades. (Experimento 6.3)	6 -	89
6.4.5. Evaluación de la práctica de riego	6 -	93
6.4.5.1. Experimento bajo un amplio intervalo de densidades y para dos niveles de radiación incidente. Estudio paralelo de la influencia de la época de siembra. (Experimentos 6.1 y 6.2)	6 -	93
6.4.5.2. Experimento con varios niveles de fertilización nitrogenada en distintas densidades. (Experimento 6.3)	6 -	96
6.5. Discusión general	6 -	98
6.5.1. Condiciones ambientales para la inducción y el desarrollo floral	6 -	98
6.5.2. Edad y tamaño de la planta para la inducción floral	6 -	100
6.5.3. Calidad espectral de la radiación	6 -	102
6.5.4. Contenido de nitrógeno en la planta y floración prematura	6 -	103
6.5.5. Implicaciones en el manejo agronómico para controlar la floración prematura bajo riego		

de alta frecuencia	6 -	105
6.6. Conclusiones	6 -	111
CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES GENERALES	7 -	1
CAPÍTULO VIII. TEMAS PARA FUTURAS INVESTIGACIONES	8 -	1
8.1. Temas relacionados con las variedades a cultivar	8 -	1
8.2. Temas relacionados con el manejo de la fertilización y del riego	8 -	1
8.3. Temas relacionados con el control de la floración prematura	8 -	1
8.4. Temas relacionados con la reflexión espectral de la radiación en cebolla	8 -	2
BIBLIOGRAFÍA	B -	1
ANEJO I. CULTIVARES	I -	1
ANEJO II. METODOLOGÍA GENERAL EN MUESTRAS DE MATERIAL VEGETAL Y DE SUELO	II -	1
ANEJO III. VARIABLES METEOROLÓGICAS REGISTRADAS	III -	1

ABREVIATURAS, SÍMBOLOS Y DEFINICIONES. LIST OF SYMBOLS.

A	Yema axilar.	Axillary bud.
AF	Área foliar.	Leaf area.
AP	Yema axilar primaria.	First axillary bud.
AS	Yema axilar secundaria.	Second axillary bud.
AT	Yema axilar terciaria.	Third axillary bud.
AFE	Área foliar específica ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$). Relación entre la superficie foliar de una cara de las hojas y el peso seco foliar.	Specific leaf area ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$). Leaf area per unit of leaf dry weight.
FP	Forma de la planta (cm cm^{-1}). Relación entre la longitud del bulbo más el pseudotallo y el diámetro del bulbo.	Plant shape (cm cm^{-1}). The ratio of bulb plus sheath length to bulb diameter.
FV	Inflorescencia visible.	Visible inflorescence.
HI	Número de hoja donde se localiza la inflorescencia.	Number of leaf where the inflorescence was observed.
HRF	Hoja donde se mide la relación foliar.	Number of leaf where leaf ratio is measured.
IAF	Índice de área foliar ($\text{cm}^2 \text{cm}^{-2}$). Relación entre la superficie foliar por unidad de superficie. Se considera únicamente el área de una cara de las hojas.	Leaf area index ($\text{cm}^2 \text{cm}^{-2}$). LAI was calculated as the sum of area of one side of all leaves of each plant divided by the ground area occupied by each plant according to the plot density of each treatment.
LR	Longitud total del sistema radicular de cada planta (cm planta^{-1}).	Plant root length (cm planta^{-1}).
LRE	Longitud radicular específica (cm mg^{-1}). Longitud radicular en relación a la masa radicular.	Specific root length (cm mg^{-1}). Root length per unit of root dry weight.
LRRL	Longitud radicular de las raíces laterales o ramificaciones.	Root length of lateral roots.
Lv	Densidad de longitud radicular (cm cm^{-3}). Longitud radicular en un volumen determinado de suelo.	Root length density (cm cm^{-3}). Root length per unit of soil volume.
NH	Número de hojas visibles desarrolladas (secas más verdes).	Number of visible developed leaves (dry plus green).
NHS	Número de hojas secas.	Number of dry leaves.
NHT	Número máximo o total de hojas diferenciadas.	Total number of developed leaves.
NHV	Número de hojas verdes visibles.	Number of green visible leaves.
NR	Número total de raíces adventicias.	Total number of adventitious roots.

NRR	Número de raíces adventicias con ramificaciones.	Total number of adventitious roots with lateral roots.
PSB	Peso seco de la vaina envolvente o bulbo.	Leaf sheath dry weight. Bulb dry weight.
PSH	Peso seco de la hoja o limbo.	Leaf blade dry weight.
PST	Peso seco total de la parte aérea de la planta.	Shoot dry weight.
RB	Relación de bulbificación (cm cm^{-1}). RB= Diámetro máximo del bulbo/diámetro del cuello o pseudotallo (Clark and Heath, 1962) . Cuando la relación de bulbificación es superior a dos, se considera que se ha iniciado el proceso de bulbificación	Bulbing ratio (cm cm^{-1}). BR= the ratio of maximum bulb diameter to minimum neck diameter (Clark and Heath, 1962). Onset of bulbing is when the bulbing ratio exceeds 2.0.
RF	Relación foliar en hojas diferenciadas (mm mm^{-1}). RF= Longitud del limbo/longitud de vaina (Health y Hollies, 1965). Cuando la relación foliar es inferior a la unidad, se considera que se ha iniciado el proceso de bulbificación.	Leaf ratio (mm mm^{-1}). Leaf ratio is the ratio of leaf blade length to sheath length on any one leaf or leaf initial (Health y Hollies, 1965). Onset of bulbing is when leaf ratio of any leaf initials is less than unity.
RFA	Radiación fotosintéticamente activa incidente sobre la cubierta vegetal.	Incoming photosynthetically active radiation.
RFAI	Radiación fotosintéticamente activa interceptada por una cubierta vegetal.	Photosynthetically active radiation intercepted by the crop canopy.
RFAT	Radiación fotosintéticamente activa transmitida por una cubierta vegetal.	Photosynthetically active radiation transmitted by the crop canopy.
RLT	Número total de ramificaciones radiculares por sistema radicular.	Total number of lateral roots in the root system.
RSI	Radiación solar global interceptada por una cubierta vegetal.	Global solar radiation intercepted by the crop canopy.
fb	Forma del bulbo (cm cm^{-1}). fb= altura del bulbo/diámetro del bulbo.	Bulb shape (cm cm^{-1}). fb= bulb length / bulb diameter.
fba	Fraccionamiento de la biomasa aérea. Peso seco del bulbo o vaina envolvente respecto al peso seco de los limbos (g g^{-1}).	Dry weight ratio. The ratio of bulb plus sheath dry weight to leaf blade dry weight (g g^{-1}).
fr	Fraccionamiento de la biomasa radicular respecto a la biomasa aérea (g g^{-1}).	The ratio of root dry weight to shoot dry weight (g g^{-1}).

CAPÍTULO PRIMERO
INTRODUCCIÓN GENERAL

CAPÍTULO PRIMERO

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1. GENERALIDADES

La cebolla (*Allium cepa*, L.) es una planta monocotiledónea, perteneciente a la familia de las Alliáceas (Hanelt, 1990). Puede afirmarse que esta hortícola se cultiva en todos los países del mundo dada la gran variabilidad de cultivares existente. La adaptación a las distintas latitudes ha implicado primordialmente la adaptación a las distintas longitudes del día o fotoperiodo para la formación del bulbo. Ante la riqueza que esta diversidad representa y para evitar su pérdida se han creado bancos de germoplasma (Astley, 1988). En España, Nuez y Diez (1988) han llevado a cabo una importante recolección de especies pertenecientes al género *Allium*, de las que existen 112 clasificadas como *Allium cepa*. La recolección se ha realizado básicamente en Valencia, Andalucía y Cataluña. El material descrito se halla caracterizado y disponible en el banco de germoplasma del Horticultural Research International de Wellesbourne, en el Reino Unido. España, junto a los países de la zona norte del Mediterráneo, presenta una gran variedad de cultivares, algunos de los cuales se introdujeron, expandieron y fueron mejorados genéticamente a principios del siglo veinte en Estados Unidos (Currah y Proctor, 1990).

Además de su internacionalidad como cultivo cabe señalar también la larga tradición de su uso. La documentación existente sobre el cultivo de la cebolla tiene una antigüedad de al menos cinco milenios (Castell, 1991). En Europa adquiere importancia como cultivo, alimento y comercio hacia el siglo dieciséis (Fenwick y Hanley, 1985).

Además de su consumo como alimento destaca la descripción de sus aplicaciones en medicina. Dioscorides, físico militar griego (primer siglo antes de Cristo), inició a través de sus escritos una escuela de aplicaciones curativas de esta hortícola que se mantiene en la actual cultura naturista (Morell, 1978; Sin, 1981). García (1964) destaca especialmente su valor antiescorbútico y su riqueza en vitamina A.

1.2. DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN MUNDIAL, EN ESPAÑA Y EN EL PLA D'URGELL (LLEIDA)

El cultivo de la cebolla, como ya se ha señalado, se halla extendido por todo el mundo (cuadro 1.1). Según FAO (1999) en 1998 la producción mundial fue de $39.394 \cdot 10^3$ Mg, lo que evidencia un incremento del 39 % en la última década, con un aumento del 29 % de la superficie mundial dedicada a este cultivo (cuadro 1.1). Comparando estos datos con los de hace treinta años (FAO, 1981) se observa que el incremento de la producción mundial ha sido de un 158 % y el del área de cultivo del 72 %, lo que indica que globalmente se han duplicado las producciones por unidad

de superficie. Estos incrementos se han producido en una gran diversidad de cultivares, aunque las estadísticas globales los traten conjuntamente. La cantidad producida es además de gran importancia económica.

La producción principal de cebolla se localiza en el continente asiático que representa el 62 % de la producción mundial, con un aumento de su importancia relativa en el contexto mundial del 10 % en esta última década. Este incremento se ha producido por la extensión de la superficie dedicada a este cultivo (cuadro 1.1) pero también gracias a la mejora de las condiciones de almacenamiento para así satisfacer la demanda a lo largo del año (Brice et al.,1997). A Asia le siguen los países de la Unión Europea (8%), que han perdido un peso relativo del 3 % en esta última década en la producción mundial de cebolla.

En la evolución de los principales países productores (cuadro 1.2), si comparamos los datos de la última década, observamos que España no ha sido capaz de incrementar su producción global, mientras que otros países, potenciales y reales competidores nuestros, han incrementado espectacularmente su producción. China la ha duplicado y países como Argentina, Turquía, Polonia e incluso Indonesia la han incrementado con coeficientes de alrededor del 1,7.

Además se han involucrado en la potenciación de su producción de aliáceas tanto a nivel comercial como científico, amparado este último por la Sociedad Internacional de Ciencias Hortícolas. En este desarrollo también se han involucrado importantes países productores como EEUU . Cabe destacar que el Primer Simposio Internacional sobre Aliáceas Comestibles se celebró en Argentina en 1992 (Burba y Galmarini, 1997), el segundo en Australia en 1997 y el tercero se celebrará en Georgia (EEUU). La presencia española en los eventos ya celebrados en relación a la importancia del cultivo en nuestro país (cuadro 1.2), fue prácticamente inadvertida. También en 1993 se celebró en Tailandia el Simposio Internacional sobre Aliáceas en los Trópicos (Midmore, 1994) en donde la representación española fue nula. Esta participación contrasta con la de otros países como Holanda.

Destacan no obstante los trabajos de Pardo (1990) sobre competencia de malas hierbas en este cultivo, de Suso (1990) sobre el establecimiento de una escala decimal de estados fenológicos en cebolla y las aportaciones de Juan, Martín de Santa Olalla y Fabeiro (1993) sobre el riego en esta hortícola.

En contraposición a la inversión científica española en el ámbito de la cebolla, en nuestro país, este cultivo constituye una de las principales hortícolas con $1 \cdot 10^6$ Mg de producción (cuadro 1.2), lo que equivale a un 2,4 % de la producción mundial, aunque con una reducción del 1,4 % de nuestro peso productivo a nivel mundial en la última década. Si bien las producciones medias por unidad de superficie , 38 Mg ha^{-1} en 1998 (cuadro 1.2), sitúan a España en cuarta posición , Korea , país situado a la cabeza de rendimientos por unidad de superficie duplica la media obtenida en España, evidenciando la posibilidad de mejora en nuestro país.

Cuadro I.1. Evolución de la producción (P) y de la superficie (S) dedicada al cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) en el mundo.

Año	1980			1982			1984			1986			1988		
	P (Mg 10 ³)	S (ha 10 ³)	S (ha 10 ³)	P (Mg 10 ³)	S (ha 10 ³)	S (ha 10 ³)	P (Mg 10 ³)	S (ha 10 ³)	S (ha 10 ³)	P (Mg 10 ³)	S (ha 10 ³)	S (ha 10 ³)	P (Mg 10 ³)	S (ha 10 ³)	S (ha 10 ³)
Mundo	21.631	1.562	1.599	24.173	1.599	1.671	25.239	1.671	1.704	26.995	1.704	1.793	28.246	1.793	1.793
África	1.599	115	123	1.669	123	137	1.823	137	146	2.072	146	155	1.994	155	155
América Central	34	5	7	51	7	7	53	7	8	61	8	8	56	8	8
América del Norte	1.629	49	55	2.030	55	56	2.102	56	50	2.092	50	56	2.237	56	56
América del Sur	1.801	128	119	1.797	119	130	1.886	130	134	1.979	134	145	2.192	145	145
Asia	10.579	850	883	11.953	883	923	12.329	923	942	13.202	942	985	14.232	985	985
Comunidad Europea (15)	2.680	102	104	2.990	104	105	3.054	105	107	3.158	107	101	3.057	101	101
Oceania	115	4	4	129	4	4	152	4	4	165	4	5	196	5	5

Fuente: FAO (1999)

Cuadro I.1. (continuación). Evolución de la producción (P) y de la superficie (S) dedicada al cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) en el mundo.

Año	1990			1992			1994			1996			1998		
	P (Mg 10 ³)	S (ha 10 ³)	S (ha 10 ³)	P (Mg 10 ³)	S (ha 10 ³)	S (ha 10 ³)	P (Mg 10 ³)	S (ha 10 ³)	S (ha 10 ³)	P (Mg 10 ³)	S (ha 10 ³)	S (ha 10 ³)	P (Mg 10 ³)	S (ha 10 ³)	S (ha 10 ³)
Mundo	29.352	1.810	1.939	31.684	1.939	2.106	33.995	2.106	2.290	39.194	2.290	2.312	39.394	2.312	2.312
África	2.129	149	165	2.246	165	169	2.180	169	195	2.427	195	198	2.400	198	198
América Central	69	9	10	73	10	11	79	11	11	83	11	11	73	11	11
América del Norte	2.529	60	62	2.613	62	69	3.007	69	69	2.957	69	67	3.071	67	67
América del Sur	2.287	147	140	2.204	140	149	2.367	149	148	2.629	148	147	2.534	147	147
Asia	15.320	149	1.132	17.680	1.132	1.288	19.928	1.288	1.450	23.295	1.450	1.480	24.327	1.480	1.480
Comunidad Europea (15)	3.063	97	95	3.119	95	94	3.053	94	95	3.207	95	398	3.284	398	398
Oceania	223	6	4	168	4	5	200	5	6	209	6	6	209	6	6

Fuente: FAO (1999)

Cuadro 1.2. Evolución de la producción (P) y de la superficie (S) dedicada al cultivo de la cebolla en los principales países productores.

Año	1980		1982		1984		1986		1988	
	P (Mg 10 ³)	S (ha 10 ³)	P (Mg 10 ³)	S (ha 10 ³)	P (Mg 10 ³)	S (ha 10 ³)	P (Mg 10 ³)	S (ha 10 ³)	P (Mg 10 ³)	S (ha 10 ³)
Argentina	278	17	293	14	297	17	323	16	417	19
Brasil	695	67	670	62	717	69	629	62	745	68
China	3.282	186	4.040	221	4.038	221	4.626	234	4.820	241
España	906	32	1.051	34	1.155	36	1.165	34	1.072	31
EEUU	1.523	46	1.898	51	1.953	52	1.978	47	2.120	52
Holanda	433	11	564	12	457	13	497	16	452	13
India	2.504	251	2.427	235	3.098	278	2.533	262	3.347	315
Indonesia	218	54	161	47	275	62	382	69	379	63
Iran	631	40	965	54	844	43	823	44	612	25
Japón	1.152	28	1.257	29	1.099	30	1.252	30	1.251	28
Korea, R.	275	8	439	14	171	5	379	10	527	11
Polonia	301	26	421	26	470	25	527	27	515	28
Turquia	960	70	1.025	71	1.100	75	1.300	73	1.345	75
Ucraina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ex-URSS	1.912	172	2.100	172	2.200	175	2.700	178	2.640	185

Fuente: FAO (1999)

Cuadro 1.2. (continuación). Evolución de la producción (P) y de la superficie (S) dedicada al cultivo de la cebolla en los principales países productores.

Año	1990			1992			1994			1996			1998		
	P (Mg 10 ³)	S (ha 10 ³)	S	P (Mg 10 ³)	S (ha 10 ³)	S	P (Mg 10 ³)	S (ha 10 ³)	S	P (Mg 10 ³)	S (ha 10 ³)	S	P (Mg 10 ³)	S (ha 10 ³)	
Argentina	398	18	24	590	24	453	20	604	21	699	28	21	699	28	
Brasil	867	74	75	886	75	1.019	81	963	75	834	66	75	834	66	
China	5.030	248	256	5.432	256	7.629	356	9.643	436	10.043	451	436	10.043	451	
España	1.100	31	28	1.020	28	1.009	28	967	26	950	25	26	950	25	
EEUU	2.394	56	57	2.482	57	2.881	65	2.784	64	2.898	63	64	2.898	63	
Holanda	497	13	14	569	14	611	16	630	16	630	16	16	630	16	
India	3.226	302	322	3.590	322	4.006	368	4.300	405	4.300	405	405	4.300	405	
Indonesia	495	70	69	528	69	637	85	769	96	603	79	96	603	79	
Iran	1.212	61	60	1.305	60	1.112	40	1.200	43	1.200	43	43	1.200	43	
Japón	1.317	29	30	1.397	30	1.109	27	1.262	27	1.240	27	27	1.240	27	
Korea, R.	407	8	14	810	14	541	10	579	10	872	11	10	872	11	
Polonia	568	29	35	539	35	590	37	646	35	660	32	35	660	32	
Turquia	1.550	83	91	1.700	91	1.800	92	1.900	98	2.300	118	98	2.300	118	
Ucraina	-	-	68	677	68	563	63	510	64	600	64	64	600	64	
ex-URSS	2.269	162	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Rusia, federación	-	-	95	1.200	95	858	100	1.059	94	1.100	95	94	1.100	95	

Fuente: (FAO, 1999).

En la producción española de cebolla destacan como principales variedades cultivadas la Babosa, Liria y Valenciana de Grano (Castell y Portas, 1994) representando en 1990 un 13%, 13% y 61% respectivamente de la producción total.

España es el segundo país exportador en el mundo tras Holanda . Según Castell (1991) las exportaciones españolas desde Valencia se encuentran ya cuantificadas en 1860 , alcanzándose según este mismo autor 11.529 Mg en 1888, 50.475 Mg en 1897, 123.251 Mg en 1907 y 189.755 Mg en 1917. En la actualidad, las exportaciones españolas representan un 12,24% del volumen mundial de exportaciones ya que España exporta un 25% de su producción (cuadro 1.3).

Cuadro 1. 3. Evolución de las exportaciones españolas de cebolla .

Año	Cantidad exportada (Mg)	Exportación respecto producción (%) ⁽¹⁾
1979	200.252	-
1980	197.671	21,82
1981	300.391	-
1982	217.927	20,73
1983	256.403	-
1984	273.598	23,69
1985	286.901	-
1986	335.107	28,76
1987	286.873	-
1988	274.021	25,56
1989	232.749	-
1990	188.750	17,16
1991	239.845	-
1992	197.434	19,36
1993	219.150	-
1994	242.052	23,99
1995	257.094	-
1996	251.200	25,98
1997	213.280	-

(1) Elaboración propia a partir de FAO (1999).

Según datos elaborados por Castell (1995), a partir de los resúmenes de las campañas de exportación del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y de las estadísticas de comercio exterior de la Dirección General de Aduanas (cuadro 1.4), destaca la importancia del cultivar Valenciana de Grano (V. Grano) en las exportaciones debido, en parte, a su mejor aptitud para el almacenaje que los cultivares más precoces (Babosa, Liria).

Cuadro 1.4. Evolución de las exportaciones españolas de cebolla por cultivares.

Año	Exportación por cultivares (%)			Suma
	Babosa	Liria	V. Grano	
1979	18,13	18,50	62,07	98,70
1980	19,23	17,68	57,59	94,51
1981	14,15	15,03	66,15	95,34
1982	17,94	11,64	67,09	96,67
1983	14,49	21,81	62,31	98,61
1984	21,66	15,62	58,62	95,90
1985	14,96	14,55	61,72	91,23
1986	11,71	11,07	66,56	89,34
1987	14,33	12,95	69,13	96,41
1988	14,01	7,02	72,46	93,49
1989	7,22	6,96	81,36	95,54
1990	6,52	3,58	86,93	97,03

Fuente: Castell (1995).

El principal destinatario de las exportaciones españolas es el mercado británico, lo que representa un 40-45% de las importaciones británicas de cebolla. Otros destinos importantes son Alemania y Francia (cuadro 1.5)

Cuadro 1.5 Evolución de las importaciones de cebolla española en los principales países receptores .

Año	Cantidad de cebolla española importada respecto a la total exportada por España (%)			Importaciones de cebolla española respecto a la cantidad total de cebolla importada (%)		
	Reino Unido	Alemania	Francia	Reino Unido	Alemania	Francia
	1979	45,58	35,20	12,69	46,20	18,77
1980	29,23	29,86	10,31	35,01	19,01	18,61
1981	45,44	28,58	11,90	64,19	21,93	25,61
1982	35,00	35,58	13,57	43,10	20,27	23,32
1983	38,36	33,95	13,56	49,83	24,15	22,98
1984	34,22	37,00	14,38	42,75	26,97	26,95
1985	35,85	32,96	14,96	46,29	26,83	29,29
1986	39,00	36,22	14,89	57,69	31,71	32,81
1987	40,32	35,05	10,34	47,54	26,51	20,76
1988	38,10	37,92	8,05	45,62	28,44	15,05
1989	39,00	34,94	5,40	39,91	25,61	11,34
1990	41,11	38,76	4,14	-	-	-

Fuente: Castell (1995)

En Francia se está perdiendo cuota de mercado debido a las importaciones de Holanda. Existe la paradoja de que Holanda es el principal país importador del Hemisferio Sur (Argentina, Chile, Sudáfrica, Australia), importaciones que dirige posteriormente a países europeos, incluyendo España. Las importaciones de cebolla desde Holanda se producen de enero a marzo debido a que penetra a precios más bajos que la cebolla nacional.

Las exportaciones holandesas (cuadro 1.6) pueden superar la producción (cuadro 1.2) tal como se aprecia en 1990 y 1994, o bien representar más de un 95 % de la producción tal como se observa en 1980, 1988 y en general, con la excepción de 1996, superar el 80 %.

Cuadro 1.6. Evolución de las exportaciones holandesas.

Año	80	82	84	86	88	90	92	94	96	97
Exportaciones (Mg 10³)	419	458	427	410	431	501	513	622	435	538

Fuente: FAO (1999).

En base a lo expuesto, el potenciar el cultivo de la cebolla en nuestro país ha de ir asociado a la abertura de nuevos mercados y a la ampliación de los actualmente existentes.

En relación a la distribución de su cultivo en nuestro país, Cataluña es la cuarta comunidad productora (cuadro 1.7) aunque los rendimientos por unidad de superficie (cuadros 1.7 y 1.8) se situaron en 1996 en un valor medio de 20.000 kg ha⁻¹, por debajo de la media de producción de Castilla la Mancha (49.500 kg ha⁻¹) y en 8.000 kg ha⁻¹ por debajo de la media de producción de la Comunidad Valenciana y Andalucía.

Cuadro 1.7. Evolución de la producción total de cebolla en las principales comunidades autónomas, provincias productoras y en el Pla d'Urgell (Lleida).

Año	Producción (Mg)								
	Castilla la Mancha	Albacete	Comunidad Valenciana	Valencia	Andalucía	Granada	Cataluña	Lleida	Pla d'Urgell
1980	188.387	62.080	258.883	207.997	151.725	80.002	56.261	23.899	-
1981	221.413	87.681	317.811	252.495	168.640	84.900	101.664	67.830	-
1982	263.548	94.792	297.817	265.398	125.724	56.360	78.724	47.000	-
1983	271.827	111.770	249.868	212.894	127.427	50.800	79.972	48.400	-
1984	344.063	170.292	276.378	241.599	148.453	61.000	115.453	81.204	-
1985	383.991	191.737	343.683	309.801	149.466	65.186	104.772	76.017	-
1986	329.895	174.679	331.390	301.390	128.741	42.999	92.331	64.440	-
1987	328.243	164.290	314.271	286.699	131.925	40.048	91.755	60.675	-
1988	339.144	187.460	260.231	234.599	134.501	47.342	83.729	52.084	42.245 ⁽¹⁾
1989	282.048	134.000	207.290	183.000	138.374	50.375	67.688	39.358	28.392 ⁽¹⁾
1990	298.058	144.495	235.160	210.800	164.362	65.629	87.161	58.705	48.865 ⁽¹⁾
1991	321.160	155.890	209.860	185.004	147.608	58.200	66.048	32.162	29.926
1992	336.083	167.760	191.514	168.300	170.204	56.320	71.492	36.924	-
1993	299.568	124.850	154.863	133.400	152.461	59.400	48.127	44.202	32.508
1994	338.684	148.200	229.607	211.860	166.134	56.650	53.353	19.676	12.375
1995	397.800	208.200	214.500	194.300	137.200	41.200	58.800	24.000	16.275
1996	370.900	165.700	125.100	106.300	214.700	73.500	65.100	28.100	21.016
1997	390.200	182.300	137.600	118.000	148.200	55.000	50.600	23.600	-

Fuente: MAPA. Anuario de estadística agraria (1982 a 1996). MAPA. Boletín mensual de estadística (1995 a 1997).

DARP.

Estadístiques agràries i pesqueres de Catalunya (1996).

(1) Los datos se refieren solamente a la variedad Valenciana de Grano.

La provincia de Lleida aporta un 63% de la cantidad final de cebolla producida en Cataluña, con un 60% de la superficie (DARP, 1996), destacando la comarca del Pla d'Urgell (cuadro 1.7). La superficie dedicada en el Pla d'Urgell a la producción de cebolla (cuadro 1.8) es toda de regadío y representa un 43% de la producción catalana, aunque actualmente los agricultores de esta comarca también producen, mediante el arrendamiento de fincas, en otras comunidades autónomas, principalmente en Aragón y en Andalucía, por lo que a pesar de que existe una cierta tendencia a disminuir la producción en la provincia (cuadro 1.7), ello no implica un abandono real del cultivo.

Frente a esta contracción de las producciones en Lleida, por las razones señaladas, cabe destacar el gran incremento de las producciones en Albacete (cuadro 1.7), aunque manteniendo las superficies dedicadas a este cultivo (cuadro 1.8).

Cuadro 1.8. Evolución de la superficie total de cebolla cultivada en las principales comunidades autónomas, provincias productoras y en el Pla d'Urgell (Lleida).

Año	Superficie (ha)								
	Castilla la Mancha	Albacete	Comunidad Valenciana	Valencia	Andalucía	Granada	Cataluña	Lleida	Pla d'Urgell
1980	6.019	2.132	7.682	5.920	4.457	1.700	2.626	815	-
1981	6.366	2.199	8.357	6.350	4.879	1.600	3.292	1.615	-
1982	6.301	2.399	8.640	7.541	4.563	1.250	2.817	1.200	-
1983	6.094	2.200	7.917	6.717	4.266	1.200	3.179	1.650	-
1984	8.107	3.540	6.913	5.865	4.612	1.240	3.920	2.339	-
1985	8.906	3.830	8.428	7.385	4.732	1.457	3.748	2.551	-
1986	2.335	7.425	7.975	6.998	4.088	926	3.529	2.335	-
1987	6.386	2.500	7.436	6.505	4.312	1.230	2.803	1.582	-
1988	7.006	3.100	5.756	4.823	4.274	1.290	2.876	1.555	1.185 ⁽¹⁾
1989	6.061	2.250	4.713	3.900	4.213	1.300	2.941	1.700	858 ⁽¹⁾
1990	6.529	2.550	4.655	3.850	4.732	1.400	2.925	1.779	1.309 ⁽¹⁾
1991	6.693	2.590	4.491	3.600	4.451	1.200	2.183	877	877 ⁽¹⁾
1992	6.702	2.500	4.179	3.400	5.120	1.100	2.270	916	-
1993	5.944	1.900	3.322	2.610	4.642	1.100	2.553	1.107	774
1994	6.684	2.150	5.043	4.400	4.905	1.100	2.075	725	450
1995	7.656	3.239	5.930	5.250	4.425	1.140	2.244	800	519
1996	7.492	2.625	3.360	2.700	5.841	1.410	2.260	825	621
1997	7.845	1.000	3.385	2.750	4.441	1.100	1.688	728	-

Fuente: MAPA. Anuario de estadística agraria (1982 a 1996). MAPA. Boletín mensual de estadística (1995 a 1997). DARP. Estadístiques agràries i pesqueres de Catalunya (1996).

(1) Los datos se refieren solamente a la variedad Valenciana de Grano.

La producción en Lleida se halla orientada mayoritariamente hacia cebollas de consumo en fresco que se almacenan y pueden comercializarse en invierno, mayoritariamente de la variedad Valenciana de Grano o de su selección Recas

(cuadros 1.9 y 1.10), aunque también existe una cierta producción de cebolla temprana, mayoritariamente Babosa (cuadros 1.11 y 1.12) que ha entrado en competencia con nuevas variedades híbridas tempranas.

Se observa que en Lleida (cuadros 1.9 y 1.10) ha existido una gran fluctuación en la superficie dedicada a la variedad más cultivada, Valenciana de Grano y, en consecuencia, en las producciones. Ello es debido a las fluctuaciones de los precios de unos años a otros y, por tanto, de la rentabilidad. Un ejemplo de la variabilidad de los precios en Valenciana de Grano se presenta en los años 1994, 1995 y 1996 (DARP, 1998). Para 1994 el precio del kilo de este cultivo osciló entre 45 pesetas el mes de agosto y 30 pesetas el mes de marzo. En 1995 entre 19,2 pesetas el mes de septiembre hasta 78,2 pesetas el mes de abril. En 1996 desde 15 pesetas el mes de junio a 27,5 pesetas el mes de abril. Cabe señalar que los precios anteriores al mes de agosto corresponden a las producciones obtenidas el año anterior. La demanda del producto tanto a nivel nacional como en exportación suele ser bastante constante. Si existe una oferta menor que la demanda se incrementan los precios y el agricultor del Pla d'Urgell solía responder al año siguiente con un incremento (puede duplicarse) de la producción. El proceso también se daba a la inversa, ante bajos precios disminuía la superficie dedicada al cultivo. No obstante, en los últimos años se observa una cierta estabilización de las producciones.

Cuadro 1.9. Evolución de la producción total de cebolla Valenciana de Grano en las principales comunidades autónomas y provincias productoras.

Año	Producción (Mg)							
	Castilla la Mancha	Albacete	Comunidad Valenciana	Valencia	Andalucía	Granada	Cataluña	Lleida
1980	134.222	59.000	101.182	70.090	119.959	70.002	23.583	12.600
1981	157.739	83.000	120.374	79.526	138.599	80.100	69.899	60.000
1982	211.865	87.877	103.218	87.842	100.022	52.460	42.975	37.500
1983	206.568	108.270	85.962	69.100	73.881	48.300	38.710	36.570
1984	277.723	157.000	49.328	30.449	80.764	50.000	74.947	68.704
1985	324.673	186.737	62.956	44.600	94.727	57.186	73.033	70.292
1986	275.316	169.430	66.160	50.900	68.040	35.000	49.551	47.171
1987	296.344	161.340	63.965	50.000	77.772	32.049	59.406	50.000
1988	294.471	184.080	62.297	49.947	82.038	35.600	50.172	42.245
1989	241.937	131.300	74.664	64.000	86.361	34.000	36.162	28.392
1990	259.165	141.995	86.430	75.000	112.114	48.029	53.349	48.865
1991	269.734	153.390	86.741	77.085	90.114	34.500	19.065	14.548
1992	288.233	1658.095	90.131	82.500	96.796	13.392	27.632	20.124
1993	246.293	123.860	47.863	39.000	67.752	42.900	12.724	5.894
1994	282.354	145.600	57.145	50.400	69.654	39.950	13.177	7.497
1995	380.800	205.700	136.000	128.300	93.000	21.200	19.400	11.100
1996	350.000	163.200	57.500	50.800	122.100	57.700	19.300	9.800

Fuente: MAPA. Anuario de estadística agraria (1982 a 1996). MAPA. Boletín mensual de estadística (1995 a 1997).

Cuadro 1.10. Evolución de la superficie cultivada de cebolla Valenciana de Grano en las principales comunidades autónomas y provincias productoras.

Año	Superficie (ha)							
	Castilla la Mancha	Albacete	Comunidad Valenciana	Valencia	Andalucía	Granada	Cataluña	Lleida
1980	3.763	1.834	2.872	2.005	2.938	1.500	1.111	651
1981	3.998	1.850	3.019	2.000	3.715	1.480	2.017	1.400
1982	4.288	2.055	2.776	2.398	2.760	1.120	1.153	900
1983	3.874	2.100	2.596	351	2.070	1.150	1.215	1.100
1984	5.727	3.140	1.119	690	2.243	1.026	2.190	1.939
1985	6.819	3.700	1.505	1.048	2.637	1.177	2.445	2.340
1986	5.594	3.257	1.663	1.255	1.940	676	1.525	1.424
1987	5.203	2.300	1.527	1.123	2.379	887	1.406	1.107
1988	5.371	2.900	1.482	1.092	2.497	970	1.514	1.185
1989	4.564	2.100	1.638	1.293	2.539	900	1.155	858
1990	4.958	2.500	1.844	1.500	2.787	905	1.473	1.309
1991	5.029	2.540	1.844	1.500	2.572	650	508	355
1992	5.068	2.379	1.755	1.500	2.721	410	761	495
1993	4.392	1.793	956	700	1.697	700	832	555
1994	4.984	2.100	1.223	1.000	1.634	600	503	245
1995	7.201	3.189	3.290	3.050	2.705	400	597	285
1996	6.947	2.575	1.400	1.200	2.986	1.020	538	230

Fuente: MAPA. Anuario de estadística agraria (1982 a 1996). MAPA. Boletín mensual de estadística (1995 a 1997).

La producción y la comercialización tanto en España como en el exterior se caracterizan por una gran competencia con países terceros en relación tanto con los precios como con la calidad. Las normas de calidad de forma general o incluso para determinados cultivares (CCE, 1997; Oliveira, Giménez y Paulo, 1991; Centrer et al. 1989; Centrer y Bryan 1988 a,b; MAPA, 1988b) se van imponiendo, por lo que el mejorar la producción pero también el mejorar la calidad del producto es indispensable. La diversificación de la producción dentro de las restricciones impuestas por los condicionantes climáticos se apunta como una vía complementaria en la expansión y mantenimiento de los mercados, más aún en cuanto las exportaciones españolas se dirigen a un número muy reducido de países (cuadro 1.5), lo que las hace muy vulnerables a la competencia de cebolla procedente de países del Hemisferio Sur, también de la de Europa del Este.

En Lleida, y concretamente en la zona del Pla d'Urgell, debido a las condiciones climáticas (Bosch, 1993), la diversificación no puede orientarse, a diferencia de otras regiones españolas del Sur, hacia la introducción de variedades híbridas, japonesas generalmente, con mayor precocidad que el cultivar Babosa. Tal como puede observarse en los cuadros 1.11 y 1.12, la superficie dedicada a esta variedad precoz y las producciones obtenidas, en relación a Valenciana de Grano (cuadros 1.9 y 1.10) son, en la provincia de Lleida, reducidas.

Cuadro 1.11. Evolución de la producción total de cebolla Babosa en las principales comunidades autónomas y provincias productoras.

Año	Producción (Mg)							
	Castilla la Mancha	Albacete	Comunidad Valenciana	Valencia	Andalucía	Granada	Cataluña	Lleida
1980	3.100	-	115.753	104.872	18.90	5.000	10.480	1.800
1981	5.317	-	145.442	133.206	19.283	4.800	12.783	1.830
1982	4.300	-	141.343	128.800	21.015	3.900	15.285	4.700
1983	7.810	-	102.833	6.510	18.624	2.500	12.266	1.500
1984	5.380	-	90.800	77.300	39.860	10.500	13.320	3.500
1985	5.950	1.000	111.500	98.900	41.652	8.000	11.769	2.700
1986	7.529	1.050	94.030	81.960	46.258	8.000	11.771	3.000
1987	4.989	1.750	68.591	57.500	40.197	8.000	10.573	1.875
1988	4.995	2.400	66.224	55.882	39.449	11.743	11.630	2.400
1989	4.415	2.000	50.033	38.600	36.192	13.500	9.398	1.050
1990	4.775	2.500	57.620	47.000	33.576	8.800	10.164	840
1991	4.358	2.500	62.990	51.390	30.610	8.000	14.369	2.764
1992	5.299	2.665	55.887	45.000	34.740	7.500	13.587	2.068
1993	5.663	990	61.900	53.800	24.954	4.500	12.804	1.115
1994	5.850	2.600	105.405	98.200	31.315	4.700	12.092	-
1995	7.000	2.500	74.700	66.000	19.500	5.200	10.800	-
1996	7.200	2.500	63.600	55.500	63.800	3.800	11.700	-

Fuente: MAPA. Anuario de estadística agraria (1982 a 1996). MAPA. Boletín mensual de estadística (1995 a 1997).

En Cataluña, la provincia con más superficie destinada al cultivo de cebolla Babosa (cuadro 1.12) es Barcelona .

Cuadro 1.12. Evolución de la superficie total de cebolla Babosa en las principales comunidades autónomas y provincias productoras.

Año	Superficie (ha)							
	Castilla la Mancha	Albacete	Comunidad Valenciana	Valencia	Andalucía	Granada	Cataluña ^(*)	Lleida
1980	105	-	3.551	3.000	728	100	469	75
1981	115	-	3.962	3.350	769	120	499	65
1982	160	-	4.380	3.812	928	130	498	115
1983	160	-	3.383	2.800	831	50	440	50
1984	190	-	2.539	2.000	1.269	214	484	100
1985	200	30	3.019	2.511	1.497	280	405	92
1986	180	30	2.532	2.045	1.545	250	441	100
1987	135	50	1.818	1.356	1.362	343	410	75
1988	130	60	1.716	1.257	1.221	320	417	60
1989	110	50	1.308	900	1.053	300	418	70
1990	105	50	1.260	870	1.124	165	384	70
1991	105	50	1.427	1.000	959	150	455	72
1992	186	121	1.374	1.000	1.137	150	469	59
1993	207	107	1.406	1.100	952	100	512	105
1994	125	50	2.280	2.000	1.025	100	398	-
1995	150	50	2.520	2.200	780	100	398	-
1996	150	50	1.820	1.500	1.915	90	405	-

Fuente: MAPA. Anuario de estadística agraria (1982 a 1996). MAPA. Boletín mensual de estadística (1995 a 1997).

Barcelona concentra la producción de la variedad Babosa por poseer un régimen de temperaturas más suave que Lleida y por presentar aglomeraciones urbanas importantes con demanda de productos frescos.

En base a lo expuesto, la mejora en Lleida del cultivo de cebolla, en su más amplio sentido, se orienta como posibilidad más factible, hacia la producción de cultivares con buena aptitud para la conservación e incluso para deshidratación.

Evidentemente la clave final del éxito, tal como se ha apuntado al comparar los cuadros 1.2 y 1.6, estará en la mejora absolutamente imprescindible del atomizado y complejo entramado comercial.

Centrándonos únicamente en aspectos productivos, en la comarca del Pla d'Urgell, la media de los rendimientos de las variedades tradicionales, es comparable al de las otras zonas productoras, aunque aún existe gran variabilidad en las producciones a nivel de parcela, en muchas situaciones ligadas a erráticos establecimientos y al propio sistema de manejo del riego o prácticas de cultivo (fotografía 1.1).

El reto de la competitividad es alcanzable si se mejoran todas y cada una de las diferentes etapas de la producción, desde la elección de las variedades más adecuadas a la zona, al manejo de la fertilización y del riego. Cabe destacar que en ocasiones la mejora realizada únicamente desde el punto de vista de aplicación de agua, sin considerar las características del cultivo, tampoco mejora las producciones (fotografía 1.2) ni la calidad. Por ello, son necesarios trabajos de caracterización de cultivares junto con la monitorización de la respuesta a diferentes prácticas de manejo.

Señalar también que en el área productora de cebolla en el Pla d'Urgell existen zonas que han sido designadas en base al Real decreto 261/1996 de 16 de febrero, de transposición de la Directiva 91/676 CEE, de 12 de diciembre, como zonas vulnerables (Presidència de la Generalitat, 1998). Una zona vulnerable es aquella superficie territorial en donde será de obligado cumplimiento la aplicación del código de buenas prácticas agrarias en relación al nitrógeno, para así evitar la contaminación de las aguas por nitratos procedentes de fuentes agrarias. En relación a la normativa citada resulta imprescindible el manejo correcto de la fertilización nitrogenada en este cultivo.



Fotografía 1.1. Visión de la problemática (baja uniformidad) derivada de prácticas de manejo tradicionales en el Pla d'Urgell (Lleida), en riego por escorrentía.



Fotografía 1.2. Erráticos establecimientos en riego por aspersión, mediante pivot, en Lleida.

En este marco de trabajo, la presente tesis quiere contribuir a la resolución de las preguntas desde la metodología científica, pero sobre todo pretende ser de utilidad directa para los 'cebolleros' , 'cebares' del país.

A partir de la observación de la realidad de la producción y de las conversaciones con los productores, especialmente a partir de algunas preguntas que se planteaban a sí mismos, surgen los objetivos de la presente tesis.

1.3. OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de la presente tesis es optimizar las prácticas de cultivo de cebolla en la zona productora de Lleida y más concretamente en el Pla d'Urgell.

El objetivo general se desglosa en cuatro objetivos más específicos:

- Estudiar la posibilidad de diversificar la producción con la introducción de nuevos cultivares (capítulo 2)
- Caracterizar el crecimiento y desarrollo de los nuevos cultivares y de los actualmente cultivados (capítulos 2, 3 y 6)
- Establecer pautas para mejorar las prácticas de fertilización (capítulos 4 , 5 y 6)
- Determinar las implicaciones ecofisiológicas que conlleva la introducción del riego de alta frecuencia (capítulos 4 y 6)

1.4. ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

La presente tesis se estructura en capítulos que hacen referencia a los objetivos específicos planteados.

Cada uno de los capítulos consta de una introducción, de la descripción de los materiales y métodos utilizados, de la presentación de los resultados y de su discusión. La discusión se realiza de forma parcial y/o global para los distintos experimentos desarrollados en cada capítulo, algunos incluso planteados en años distintos. Finalmente se desglosan las conclusiones obtenidas.

En el capítulo 2 se analiza el crecimiento y el desarrollo de la parte aérea de distintos cultivares, de distinto ciclo, con diferente contenido en materia seca, para completar la comercialización del producto sin transformar, con una posible comercialización del producto para deshidratación. El análisis planteado se realiza bajo condiciones de riego infrecuente y bajo un sistema de riego de alta frecuencia.

En el capítulo 3 se caracteriza el crecimiento, desarrollo y distribución radicular de tres cultivares, del más cultivado en la zona Valenciana de Grano y de dos cultivares aptos para deshidratación, Staro y Southport White Globe.

El capítulo 4 recoge la evaluación de la demanda de nutrientes y de las prácticas de fertilización bajo dos sistemas de riego, infrecuente y de alta frecuencia. Se establecen recomendaciones para mejorar las prácticas de fertilización en esta hortícola y en la zona estudiada.

En el capítulo 5 se presenta una propuesta de mejora de las prácticas de fertilización nitrógeno-fosforada, bajo condiciones de riego infrecuente y avalada mediante la experimentación .

En el capítulo 6, la respuesta de la planta a la introducción de un sistema de riego de alta frecuencia se analiza desde aspectos ecofisiológicos, abordando el análisis de los factores complementarios a las causas generales recopiladas en la bibliografía y que provocan la floración prematura bajo las nuevas prácticas de manejo del agua de riego.

En el capítulo 7 se exponen las conclusiones generales sobre los resultados obtenidos en la presente tesis.

En el último capítulo, el octavo, se proponen futuros temas de investigación.

Finalmente se incorpora la bibliografía citada en la tesis.

En los anejos se presenta la descripción de los cultivares utilizados en los distintos años de experimentación (anejo I) y de la metodología empleada en el procesamiento del material vegetal así como de las muestras de suelo (anejo II).

Como datos se incluyen el de las variables meteorológicas registradas representativas del Pla d'Urgell (anejo III).