
TÈCNiques DE MANEIG CULTURAL, DESINFECCIÓ DE LES SOQUES I SOLARITZACIÓ PER REDUIR LES MARRES O FALLES DE PLANTACIÓ EN CARXOFA CV BLANCA DE TUDELA AL BAIX LLOBREGAT

Borja Camí

Agrupació de Defensa Vegetal (ADV) Fruïters del Baix Llobregat.
Parc Agrari del Baix Llobregat

RESUM

El rendiment de la carxofa cv blanca de Tudela a la zona del Parc Agrari del Baix Llobregat a vegades es veu limitat per les marres o falles de plantació, que poden arribar a suposar un 20 % de les soques plantades, i per un retard en el creixement i manca de vigor d'alguns camps de primer any de cultiu, però sobretot de segon i tercer anys. En última instància hi intervenen dos factors: la brotada irregular i l'estrès causat per fongs patògens dels vasos vasculars i de l'arrel.

Durant tres anys es van fer proves de camp per millorar la brotada i la supervivència dels cardets en plantacions de primer any. Els resultats van mostrar la importància de l'origen del material vegetal, i van ser recomanables les plantacions a partir de camps mare de primer any de cultiu per a una millor brotada i supervivència en el camp. La humitat del substrat també es va avaluar en un dels tractaments, i es va obtenir una mala brotada en condicions d'estrès hídric. En conseqüència, el maneig del reg es defineix com un factor clau per a l'èxit en la plantació. L'aplicació d'hormones de brotada va donar resultats més baixos que el testimoni, i el tractament de set dies a la cambra frigorífica va donar uns resultats variables, però amb una tendència positiva. El tractament de desinfecció de les soques amb el fungicida flutolanil va millorar lleugerament la brotada i la supervivència en el camp, sobretot quan es tractava de soques d'un camp mare de segon any de cultiu. La inoculació del fong antagonista *Trichoderma asperellum* va tenir uns resultats més variables, però amb una tendència positiva. La desinfecció de les soques amb termoteràpia va matar pràcticament tots els borrons ja que una setmana abans havia plogut i estaven visiblement inflats; per tant, no es va poder avaluar. La solarització va tenir un efecte positiu sobretot durant el segon any de cultiu.

Correspondència: Borja Camí. ADV Fruïters del Baix Llobregat. Parc Agrari del Baix Llobregat. Masia Can Comas. Camí de la Ribera, s/n. Apartat de correus 76. 08820 El Prat de Llobregat. Barcelona. Tel.: 933 788 190. A/e: adv@fruitsdelbaix.cat.

Segons aquests tres anys d'experimentació, és important establir una sèrie de mesures culturals per aconseguir un material vegetal sa i unes bones brotades, així com procurar mantenir i millorar la fertilitat del sòl en un sentit ampli. Els tractaments de desinfecció de les soques i la solarització són útils per a les parcel·les amb grans desequilibris biològics, on els patògens *Rhizoctonia solani* Kühn i *Verticillium dahliae* Kleb, els quals es transmeten a través del material vegetal i del sòl, poden causar pèrdues de producció importants.

PARAULES CLAU: *Cynara cardunculus* var. *scolymus*, blanca de Tudela, soques de carxofera, marres, reproducció vegetativa, maneig cultural, *Rhizoctonia solani*, *Verticillium dahliae*, flutolanil, *Trichoderma*, solarització, termoteràpia.

TÉCNICAS DE MANEJO CULTURAL, DESINFECCIÓN DE LAS ZUECAS Y SOLARIZACIÓN PARA REDUCIR LAS MARRAS O FALLOS DE PLANTACIÓN EN ALCACHOFA CV BLANCA DE TUDELA EN EL BAIX LLOBREGAT

RESUMEN

El rendimiento de la alcachofa cv blanca de Tudela en la zona del Parc Agrari del Baix Llobregat a veces se ve limitado por las marras o fallos de plantación, que pueden llegar a suponer un 20 % de las zuecas plantadas, y por un retraso en el crecimiento y falta de vigor de algunos campos de primer año de cultivo, pero sobre todo de segundo y tercer año. En última instancia intervienen dos factores: la brotación irregular y el estrés causado por hongos patógenos de los vasos vasculares y de la raíz.

Durante tres años se hicieron pruebas de campo para mejorar la brotación y la supervivencia de los brotes en plantaciones de primer año. Los resultados muestran la importancia del origen del material vegetal, siendo recomendables las plantaciones a partir de campos madre de primer año de cultivo para una mejor brotación y supervivencia en el campo. La humedad del sustrato también se evaluó en uno de los tratamientos, y se registró una mala brotación en condiciones de estrés hídrico. En consecuencia, el manejo del riego se define como un factor clave para el éxito en la plantación. La aplicación de hormonas de brotación dio resultados más bajos que el testigo, y el tratamiento de siete días en cámara frigorífica dio unos resultados variables pero con una tendencia positiva. El tratamiento de desinfección de las zuecas con el fungicida flutolanil ha mejorado ligeramente la brotación y la supervivencia en el campo, sobre todo cuando se trataba de zuecas de un campo madre de segundo año de cultivo. La inoculación del hongo antagonista *Trichoderma asperellum* tuvo unos resultados más variables, pero con una tendencia positiva. La desinfección de las zuecas con termoterapia mató

prácticamente todas las yemas ya que una semana antes había llovido y estaban visiblemente hinchadas, por lo que no se pudo evaluar. La solarización tuvo un efecto positivo sobre todo durante el segundo año de cultivo.

Según estos tres años de experimentación, es importante establecer una serie de medidas culturales para conseguir un material vegetal sano y unas buenas brotaciones, así como procurar mantener y mejorar la fertilidad del suelo en un sentido amplio. Los tratamientos de desinfección de las zuecas y la solarización son útiles en las parcelas con grandes desequilibrios biológicos, donde los patógenos *Rhizoctonia solani* Kühn y *Verticillium dahliae* Kléber, los cuales se transmiten a través del material vegetal y del suelo, pueden causar pérdidas importantes de producción.

PALABRAS CLAVE: *Cynara cardunculus* var. *scolymus*, blanca de Tudela, zuecas de alcachofa, marras, reproducción vegetativa, manejo cultural, *Rhizoctonia solani*, *Verticillium dahliae*, flutolanil, *Trichoderma*, solarización, termoterapia.

CULTIVATION MANAGEMENT TECHNIQUES, DISINFECTION AND SOLARISATION OF STUMPS TO REDUCE FAILURES IN PLANTING BLANCA DE TUDELA VARIETY ARTICHOKE IN THE BAIX LLOBREGAT

ABSTRACT

The yields of the blanca de Tudela artichoke variety in the Parc Agrari del Baix Llobregat are sometimes limited by planting failures, which can involve 20% of the stumps planted, and by delayed growth and lack of vigour in one-year crops, but especially in multi-year crops. Two factors are involved in the latter case: irregular budding and stress of the vascular vessels and of roots caused by pathogenic fungi.

Field trials have been conducted for three years to improve budding and survival of stump plantations in the first year. The results show the significance of the provenance of plant material and that it is advisable that plantings be made from one-year crops for better survival and budding in the field. Substrate moisture was also evaluated in one treatment, and poor sprouting was obtained under conditions of hydric stress. Consequently, irrigation management is defined as a key factor for success in cultivation. The application of budding hormones gave lower results than those obtained in the untreated control group and a seven-day cold treatment gave variable results but showed a positive trend. Disinfection treatment of stumps with the fungicide flutolanil slightly improved budding and survival in the field, especially when it came to stumps from the second-year crop. Inoculation of the antagonistic fungus *Trichoderma asperellum* had more variable results,

but showed a positive trend. Disinfection of the stumps with thermotherapy killed virtually all buds as a week earlier it had rained and they were visibly swollen. Consequently, this treatment could not be assessed. Solarisation had a positive effect, especially during the second year of cultivation.

Based on three years of experimentation, it is important to establish a series of cultivation measures to achieve healthy plant material and good budding and to attempt to maintain and improve soil fertility in a broad sense. Disinfection treatments and solarisation of the stumps are useful for sites with strong biological imbalances, where the pathogens *Rhizoctonia solani* Kühn and *Verticillium dahliae* Kleb, which are transmitted through the plant material and soil, can cause significant production losses.

KEYWORDS: *Cynara cardunculus* var. *scolymus*, blanca de Tudela, stumps, planting failures, vegetative reproduction, cultivation management, *Rhizoctonia solani*, *Verticillium dahliae*, flutolanil, *Trichoderma*, solarisation, thermotherapy.

1. INTRODUCCIÓ

Durant el procés de reproducció vegetativa de la carxofa (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus*) cv blanca de Tudela a la zona del Parc Agrari del Baix Llobregat, la brotada de les soques al camp sovint és irregular. Pensem que està limitada per les elevades temperatures i per l'estrès hídric, condicions habituals durant la segona quinzena de juliol i la primera d'agost, tenint en compte que el reg és per inundació a solcs. A més, la incidència dels fongs paràsits de les arrels i del sistema vascular també pot causar la mort dels cardets brotats a les plantacions de primer i segon anys. Amb tot això, les marres o falles de plantació poden arribar a ser un 20 % de les plantes.

El període de repòs vegetatiu de la carxofera és durant l'estiu, quan es deixa de regar i es poda la part aèria. Les *gemmes* o *borrons* es troben a la part de les tiges just per sota dels primers centímetres del sòl. Les anomenades *soques* són aquests trossos de tija i d'arrel amb els borrons en repòs. Quan les condicions d'humitat tornen a ser òptimes, els borrons broten a partir de les substàncies nutritives de reserva, i donen lloc a una nova plànula o cardet que traurà les seves pròpies arrels.

Durant el procés de reproducció vegetativa es separen manualment les diverses tiges d'una sola planta mare per donar més d'una soca per trasplantar. El temps que les soques estan fora del camp és variable, i a més tenint en compte que moltes s'importen de Tudela (Navarra). És lògic pensar que si els borrons de les plantes mare estan en repòs vegetatiu dins dels primers centímetres de terra, el fet d'estar uns dies desprotegits a l'aire lliure no serà

un gran problema sempre que es procurin unes condicions mínimes de temperatura i humitat.

Per millorar el percentatge de brotada de les soques, o simplement per guardar-les, alguns pagesos les posen apilades i mullades amb aigua a les cambres frigorífiques durant una setmana. Probablement es produeix un efecte d'hidratació dels brots gràcies a la humitat elevada i a les temperatures fresques.

El trasplantament s'efectua situant els borrons dins dels primers centímetres del sòl, i les restes de tija i arrels seques són pràcticament un simple suport físic per a aquesta operació. A partir d'aquí s'inicia el procés de brotada amb els dos o tres primers regs, que tenen com a finalitat mantenir unes condicions òptimes d'humitat al sòl tan regulars com sigui possible. El sistema per inundació té el desavantatge de passar d'un extrem de molta humitat a un altre de més sec, arriscant els compromisos entre la brotada, el grau d'humitat i la temperatura del sòl, i les situacions d'anaerobiosi i la susceptibilitat de les noves plantes als fongs patògens dels vasos vasculars i d'arrel. Com que les soques tenen més d'un borró, a vegades es mor el primer que brota però seguidament se n'activa un altre que dona una nova planta. Normalment, les possibilitats de supervivència d'un cardet avancen a mesura que baixen les temperatures.

Les causes de la mortalitat dels cardets són principalment atribuïbles al patògen *Rhizoctonia solani*, que es perpetua en forma de microesclerosis, que poden quedar al sòl o enganxats a les soques, i per tant les noves arrels poden ser ràpidament parasitades (García, 1999). També es detecta *Verticillium dahliae*, que es transmet a través dels teixits vasculars de les soques i que també es perpetua al camp per microesclerosis produïts a partir de les fulles infectades (Berbegal *et al.*, 2007). Els símptomes són principalment un retard en el creixement i una manca de vigor en les plantacions de primer any, però sobretot en les de segon i tercer anys. Altres fongs típics dels sòls hortícoles com *Fusarium* sp. o *Pythium* sp. també poden estar implicats en el procés de marciment dels cardets.

Un cop les plantes han passat la fase de brotada i arrelament durant els mesos d'agost i setembre, el cultiu es desenvolupa normalment i s'inicien les collites a final d'octubre per als cultius de segon any, i a final de novembre per als cultius de primer any.

2. OBJECTIUS

1. Determinar l'efecte de diversos tractaments sobre la brotada de les soques plantades en testos, situades en condicions moderades de temperatura i humitat.

2. Determinar l'efecte de diversos tractaments sobre la supervivència al camp de les soques trasplantades que han brotat prèviament als testos.
3. Avaluar l'efecte d'una solarització en dos anys de cultiu.

3. MATERIAL I MÈTODES

3.1. Localització

Els experiments es van dur a terme a la finca comercial de Cal Coracero, a Sant Boi de Llobregat. És un sòl calcari de textura francollimosa, aproximadament amb el 2,5 % de matèria orgànica oxidable, un pH de 8,2 i uns nivells de macronutrients elevats. El sistema de reg és per inundació en solcs amb una densitat de plantació de 12.000 plantes per hectàrea, una mica més baixa que l'habitual a la zona.

Tradicionalment acostumen a tenir dos camps de carxofes simultàniament, un de primer any de cultiu i l'altre de segon. El sistema de plantació s'escapa una mica de l'habitual: consisteix a plantar les soques en testos nous d'uns 30 cl amb torba de planterista, que es mantenen dins del magatzem sense gaire llum, ben regats i amb temperatures més fresques i homogènies que al camp. Un cop els brots han superat la mida d'uns 3-5 cm es porten a l'exterior sota una malla d'ombreig on passen entre una setmana i dues abans de ser trasplantats al camp.

3.2. Millora de la brotada

Els tractaments de brotada es van efectuar directament a les soques un cop arrencades del camp mare i just al moment de trasplantar-les als testos. Es van rentar les restes de terra per millorar-ne l'eficàcia. Un tractament va consistir a posar les soques en una cambra frigorífica entre 6 i 8 °C durant una setmana, havent-les mullat prèviament amb aigua. Per al tractament amb hormones de brotada es va utilitzar 0,45 % ANA + 1,2 % ANA-amida (Agritone), polvoritzat directament a les soques en dosi de 2 g/L. El tractament de reg abans d'arrencar les soques es va fer per hidratar-les fins que els borrons estiguessin visiblement inflats i entondrits. El tractament per immersió de les soques només en aigua es va fer durant cinc minuts, també per hidratar les soques. En tots els casos va haver-hi testimonis sense tractament.

3.3. Millora de la supervivència

Els tractaments de desinfecció es van fer al mateix moment que els de brotada. Per al tractament amb flutolanil (Moncut 50PM) les soques es van submergir en un brou en dosi de 120 g / 100 L durant cinc minuts. Per al tractament amb termoteràpia les soques es van posar en aigua calenta a 49 °C durant 30 minuts, amb una humectació prèvia.

La inoculació de fongs antagonistes als testos es va plantejar com una alternativa a la desinfecció de les soques. El tractament de *Trichoderma asperellum* (T34) es va fer regant els testos un cop les soques havien començat a brotar, en dosi de 0,5 g/m² de safata. En el cas del substrat de xiitake, suposadament contaminat amb *Trichoderma* sp., es va barrejar un volum d'un terç per dos terços de torba.

Va haver-hi testimonis per a tots els tractaments.

3.4. Material vegetal

L'any 2008 es van agafar soques d'un camp de primer any de cultiu (any 1) i un de segon any (any 2), tots dos situats a la mateixa finca.

3.5. Solarització

L'any 2009 es va posar un plàstic transparent per fer la solarització en una part del camp, després d'haver punxonat, fresat i regat fins a la capacitat de camp. La superfície de la part del camp tractada va ser de 285 m² (7,7 m d'amplària × 37 m de llargària), des del 12 de juny fins al 30 de juliol.

3.6. Disseny experimental

3.6.1. Any 2008

Per a la brotada es van fer els tractaments de la cambra frigorífica i d'hormones de brotada. La supervivència es va assajar amb flutolanil, *T. asperellum* i substrat de xiitake. Totes dues parts amb els corresponents testimonis sense tractar. Es va utilitzar material vegetal d'un camp mare de primer any i un de segon.

Es van combinar tots els tractaments: brotada, supervivència i any. Per a cadascuna de les combinacions dels tractaments de brotada es van utilit-

TAULA I. Nombre de soques (nre.) segons les variables, any 2008

Brotada	Nre.
Brotada x supervivència x any	96
Brotada x any	384
Any	1.152
Supervivència	Nre.
Supervivència x brotada x any	24
Supervivència x any	72
Supervivència	144
Any	288

zar 96 soques plantades en testos (taula 1). Per a les combinacions dels tractaments de supervivència es van trasplantar al camp algunes de les que havien brotat als testos, distribuïdes en subparcel·les de 24 plantes que coincidien amb una combinació de les variables brotada, supervivència i any. Es va considerar que no hi hauria un efecte del tractament de brotada sobre la supervivència al camp, per tant, va quedar un total de tres repeticions per cada combinació de supervivència i any.

La variable en l'assaig de brotada va ser el nombre de soques brotades en quatre dates, però no es van tenir en compte els cardets que un cop brotats es morien. En l'assaig de supervivència la variable va ser el recompte total de les plantes vives al cap de dos mesos de la data del trasplantament al camp, sense tenir en compte si els cardets s'havien mort i havien tornat a rebrotar. Tot això es va millorar els anys 2009 i 2010.

3.6.2. Anys 2009 i 2010

L'any 2009 es van controlar la brotada i la supervivència de soques d'un camp mare de primer any, comparant el tractament de flutolanil amb un testimoni en una primera plantada, i el tractament amb *T. asperellum* amb un testimoni a la segona plantada. Els mateixos tractaments es van repetir a la part del camp que havia estat solaritzada.

L'any 2010 els tractaments van ser flutolanil, aigua sola i un testimoni sense tractar. També es van fer amb soques de primer any, arrencades sense reg amb els borrons en repòs, i amb soques que tenien els borrons visiblement inflats ja que s'havien regat una setmana abans.

Cada tractament de brotada als testos es va fer amb 240 plantes per als dos anys. Per a les combinacions de supervivència × solarització l'any 2009 i de supervivència × reg l'any 2010 es van utilitzar les plantes brotades als testos, amb deu repeticions de sis plantes cadascuna organitzades a l'atzar.

La termoteràpia del 2009 va matar pràcticament tots els borrons perquè ja eren visiblement inflats quan es va fer el tractament, a causa de les pluges d'una setmana abans d'arrencar les soques. Per tant, es va modificar el disseny amb una segona plantada amb *T. asperellum* tal com ja s'ha explicat, i es va descartar de l'assaig.

La mesura de les variables en aquests segon i tercer anys es va millorar respecte al primer. A l'assaig de brotada es van comptar les soques que brotaven en quatre dates i, a part, si els cardets que ja havien brotat eren morts. El mateix dia del trasplantament al camp es va comptar el nombre de brots per soca. Al camp, es va anotar la supervivència dels cardets que havien brotat als testos i, a part, si un cardet es moria i un altre borro de la soca brotava i sobrevivia.

3.6.3. Anàlisi estadística

Les dades es van analitzar mitjançant el paquet estadístic SAS (SAS Institute Inc., 1999). Per a l'anàlisi de la variància (ANOVA) es va considerar el model lineal: $X = \mu + \text{tractament} + \text{any} + \text{tractament} \times \text{any} + \varepsilon$. La separació de mitjanes es va fer segons el procediment estadístic de la mínima diferència significativa (mds, $p \leq 0,05$).

4. RESULTATS

4.1. Millora de la brotada

4.1.1. Any 2008

Les soques del camp de segon any es van plantar als testos el 12 de juliol, i les de primer any, el 18 de juliol. Es va establir un termini de 21 dies entre la plantació i el recompte final de les soques brotades.

Del total de soques de primer any en van brotar un 89 %, respecte d'un 73 % de les de segon any (taula II). Aquest va ser un dels resultats més destacables, ja que es podria atribuir tant a la qualitat general de la soca com al fet que l'indòcul de fong patogen tendeix a augmentar amb els successius anys de cultiu. El tractament amb hormones de brotada va donar el percentatge més baix per als dos anys, per sota del testimoni. En canvi, el tracta-

ment de la cambra frigorífica a les soques de primer any va donar el valor més alt de brotada, i a les soques de segon any va ser un valor similar al del testimoni. La tendència positiva podria ser deguda a la humitat elevada de la cambra, que propiciaria la hidratació dels brots.

Si es mira l'efecte dels tractaments de supervivència en el percentatge de brotada el més destacable va ser el tractament amb substrat de xiitake, que va reduir notablement la brotada per als dos anys (taula III). Això va ser degut a una menor retenció hídrica, que es va observar en la barreja dels substrats, i per tant, a efectes pràctics, es pot considerar que el tractament d'estrès hídric afecta negativament la brotada.

TAULA II. *Efecte sobre la brotada dels tractaments de cambra frigorífica i hormones amb les combinacions dels tractaments de supervivència. El recompte correspon als 21 dies des de la plantació. Els valors seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents (test mds, $p \leq 0,05$), any 2008*

Tractament brotada	Tractament supervivència	Brotades any 1 (%)	Brotades any 2 (%)	Nre.
Cambra frigorífica	<i>T. asperellum</i>	95	75	96
	Xiitake	89	77	96
	Flutolanil	97	75	96
	Testimoni	100	78	96
	Total	95	76	384
Hormones	<i>T. asperellum</i>	82	73	96
	Xiitake	82	56	96
	Flutolanil	78	76	96
	Testimoni	90	51	96
	Total	83	64	384
Testimoni	<i>T. asperellum</i>	88	80	96
	Xiitake	65	47	96
	Flutolanil	99	93	96
	Testimoni	100	92	96
	Total	88	78	384
Total any		89 a	73 b	1.152

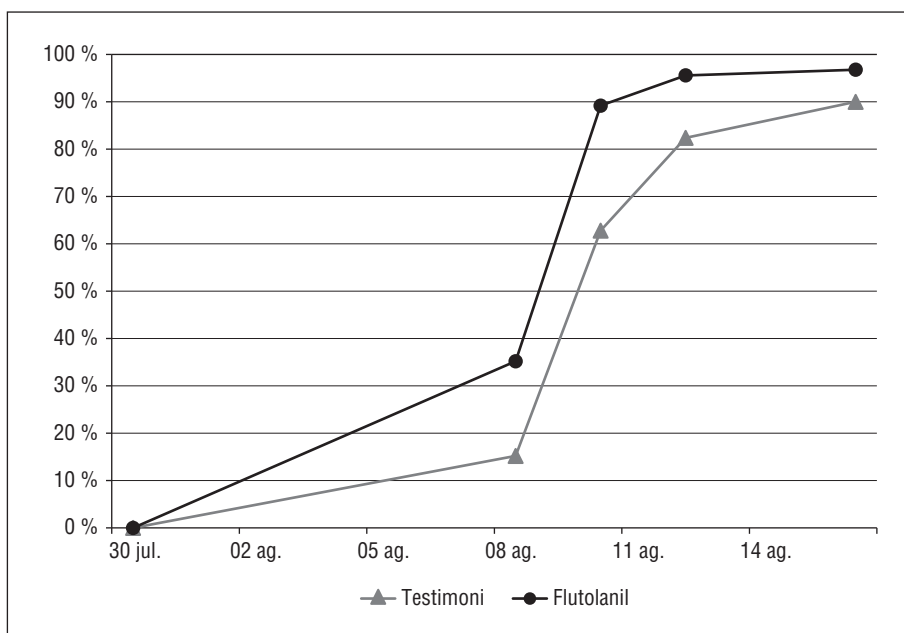
TAULA III. Efecte sobre la brotada del tractament de les soques en un brou de flutolanil, aplicant al test *Trichoderma asperellum* i barrejant la torba amb substrat reutilitzat de la producció de xiitake. El recompte correspon als 21 dies des de la plantació. Cada tractament correspon a 288 plantes, any 2008

Tractament	Brotades any 1 (%)	Brotades any 2 (%)
Testimoni	97	74
Flutolanil	91	81
<i>T. asperellum</i>	88	76
Xiitake	78	60

4.1.2. Any 2009

Les soques es van plantar als testos el 30 de juliol, i es va establir un termini de 20 dies per al recompte final de soques brotades. Una setmana abans d'arrencar les soques va ploure abundantment, i just al moment de treure-les del camp els borrons estaven visiblement inflats, és a dir, havien iniciat el procés de brotada a causa de l'aigua de pluja.

FIGURA 1. Percentatge de brotada de les soques des del 29 de juliol fins al 16 d'agost



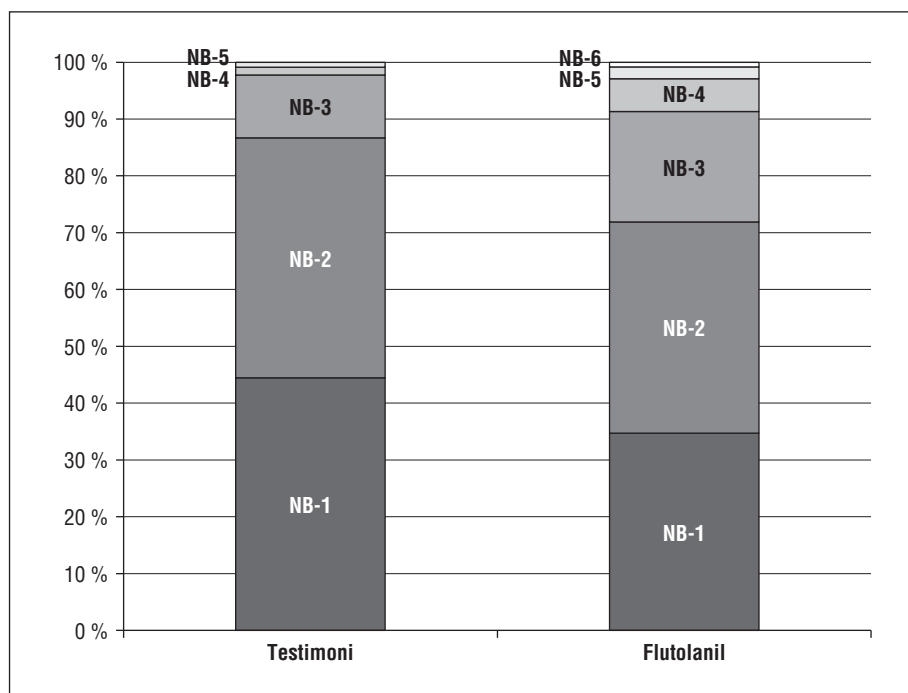
TAULA IV. Efecte sobre la brotada del tractament de reg per immersió de les soques en un brou de flutolanil, la posterior mortalitat d'algunes plàntules, i la mitjana de brots per soca. Cada tractament correspon a 240 plantes, any 2009

Immersió en brou	Brotades i vives (%)	Brotades i mortes (%)	Brots per soca
No	90	2,0	1,7
Flutolanil	97	0,4	2,1

A la figura 1 s'observa el ritme amb què van brotar les soques. S'observa que són suficients 15-20 dies per obtenir els màxims en tots els tractaments, tot i que el flutolanil va donar una mica més de precocitat.

El tractament de flutolanil també va donar un percentatge de soques brotades més elevat que el del testimoni, així com una mortalitat inferior dels cardets als testos (taula iv). El tractament també va millorar substancialment la mitjana de cardets brotats per soca.

FIGURA 2. Distribució de les soques brotades (en %) en funció del nombre de cardets per soca (NB-n)



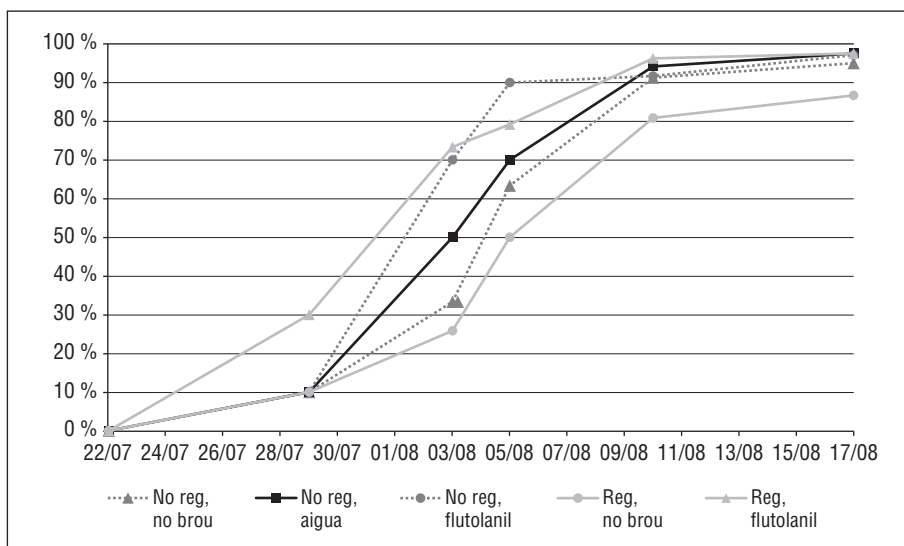
A la figura 2 s'observa la distribució de les soques segons el nombre de cardets que van brotar als testos. Aquests valors, juntament amb la mitjana de cardets per soca, indiquen que la brotada és millor amb flutolanil, però no en sabem explicar ben bé les causes, que *a priori* no semblarien tenir l'origen en l'efecte merament fungicida excepte per a la reducció en la mortalitat dels cardets.

4.1.3. Any 2010

Les soques es van arrencar i plantar als testos el 22 de juliol, i es va establir un termini de 25 dies fins al darrer recompte. Els dos tractaments de flutolanil van estimular la precocitat en algun moment del procés de brotada (figura 3). També es va tornar a comprovar com 15-20 dies són suficients per a la brotada de la majoria de les soques en les condicions moderades de temperatura i humitat.

El més destacable és que el tractament de flutolanil va tornar a donar uns valors de brotada, mortalitat de cardets i brots per soca lleugerament més positius que els testimonis amb aigua i sense (taula v). El tractament de regar abans d'arrencar no sembla haver millorat la brotada, ans al contrari, ja que el percentatge clarament més baix s'obté amb el reg i sense immersió en brou. A part d'aquest valor, a la resta de tractaments, inclosos els testimonis, van brotar i sobreviure com a mínim un 95 % de les soques.

FIGURA 3. Percentatge de brotada de les soques des del 22 de juliol fins al 17 d'agost

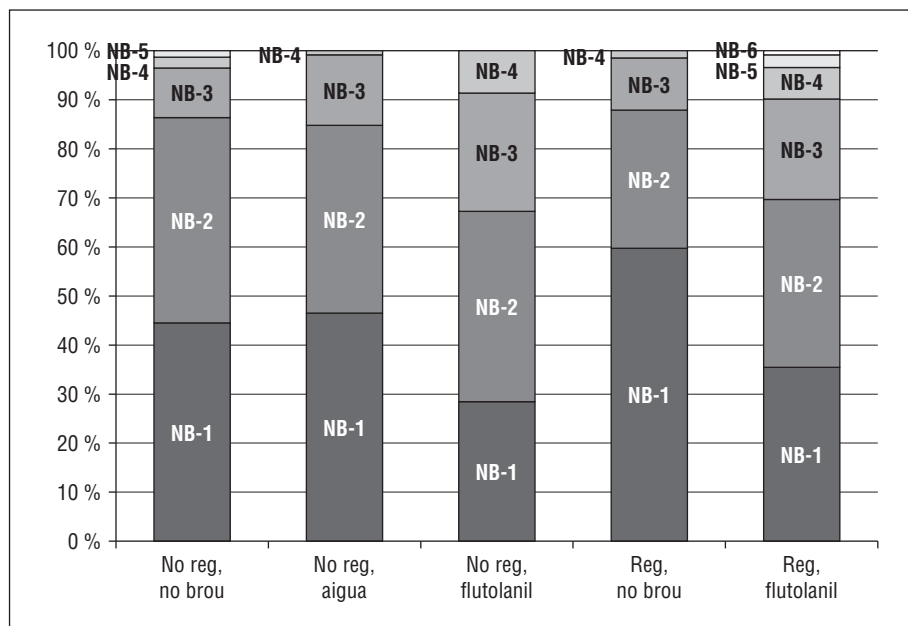


TAULA V. Efecte sobre la brotada dels tractaments de reg per immersió de les soques en un brou de flutolanil i d'aigua sola, la posterior mortalitat d'algunes plàntules, i la mitjana de brots per soca. El recompte correspon als 26 dies des de la plantació. Cada tractament es va fer amb 240 plantes, any 2010

Reg abans d'arrencar	Immersió en brou	Brotades i vives (%)	Brotades i mortes (%)	Brots per soca
No	Flutolanil	97	0,4	2,1
No	Aigua	96	1,7	1,7
No	No	95	0,4	1,7
Sí	Flutolanil	98	0	2,1
Sí	No	86	0,8	1,5

A la figura 4 podem veure la distribució de les soques en funció dels tractaments i el nombre de cardets per soca al cap de 25 dies del trasplantament. Una vegada més, la matèria activa flutolanil va donar uns valors clarament superiors amb més soques de tres o quatre cardets que la resta de tractaments.

FIGURA 4. Distribució de les soques brotades (en %) en funció del nombre de cardets per soca (NB-n)



4.2. Millora de la supervivència

4.2.1. Any 2008

Les soques brotades als testos es van trasplantar al camp el 15 d'agost. Cal recordar que les plantes del camp de primer any feia una setmana menys que eren als testos que les de segon any. El darrer recompte de supervivència es va fer el 13 d'octubre.

La tendència més significativa va tornar a ser l'efecte any, ja que el conjunt de les soques de primer any va sobreviure un 86 % respecte d'un 67 % del segon any (taula vi). Amb les soques de primer any els tractaments de flutolanil i testimoni van donar un valor similar, i la resta, també. Tot i que es pot observar alguna tendència en funció del tractament, el testimoni va donar un valor alt de supervivència. En canvi, amb les soques de segon any el testimoni va donar una supervivència més baixa comparada amb la resta de tractaments.

L'explicació seria que el material vegetal de segon any és portador d'un inòcul més elevat de patògens que el de primer any, i presentaria menys qualitat en general, per això va haver-hi un efecte més marcat dels tractaments en les soques del camp mare de segon any. L'efecte del tractament amb substrat de xiitake també podria estar provocat per la menor humitat del pa d'arrel al voltant de la soca, que propiciaria un ambient menys favorable per a fongs patògens.

TAULA VI. *Efecte sobre la supervivència al camp dels tractaments de flutolanil, Trichoderma asperellum i substrat reutilitzat de la producció de xiitake, incloent-hi les plantes que havien mort i posteriorment van rebrotar. El recompte correspon als 59 dies des del trasplantament. Els valors seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents (test mds, $p \leq 0,05$). Ns: no significatiu al nivell $p \leq 0,05$, any 2008*

Tractament	Supervivència al camp any 1 (%)	Supervivència al camp any 2 (%)
Flutolanil	92 ns	71 ns
Testimoni	89 ns	58 ns
<i>T. asperellum</i>	83 ns	65 ns
Xiitake	81 ns	75 ns
Total any	86 a	67 b

4.2.2. Any 2009

Les soques brotades als testos es van trasplantar al camp el 19 d'agost. El 100 % de les soques en què es va fer la termoteràpia van morir i no van brotar, i per tant es va improvisar la segona plantada, que es va fer als testos el 5 d'agost i es va trasplantar al camp el 28 d'agost. El darrer recompte de supervivència es va fer el 28 d'octubre.

A la primera plantada el tractament de flutolanil no va millorar significativament la supervivència dels cardets respecte dels testimonis (taula VII). Com que només s'havia utilitzat material vegetal d'un camp de primer any els resultats van estar en consonància amb les tendències observades l'any 2008, on es va veure que la desinfecció de les soques tenia un efecte positiu quan aquestes provenien d'un camp de segon any i, per tant, eren susceptibles de portar un inòcul més elevat. Tot i això, es van obtenir percentatges de supervivència força bons, superiors a un 87 % en els quatre tractaments. Si també comptem les soques que van rebrotar i van sobreviure, el percentatge mitjà de les quatre combinacions és d'un 96 %.

A la segona plantada tampoc no van haver-hi diferències significatives entre el tractament de solarització respecte dels testimonis (taula VIII). Els percentatges de supervivència van ser superiors a un 80 % en tots els tractaments, i el percentatge mitjà comptant les soques que van rebrotar i van sobreviure va ser d'un 90 %. En aquesta segona plantada, la uniformitat de les condicions ambientals en la brotada de les soques als testos no es va poder garantir igual en els tractaments de *T. asperellum* i testimoni. És a dir, que probablement es van utilitzar partides de soques plantades en diferents dates, i per tant el maneig cultural podria haver estat determinant per a la supervivència.

Taula VII. *Efecte sobre la supervivència al camp dels tractaments de solarització i flutolanil. També es van comptar les plantes que havien mort i posteriorment van rebrotar. El recompte correspon als 70 dies des del trasplantament. Els valors seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents (test mds, $p \leq 0,05$), any 2009*

Solarització	Immersió en brou	Supervivència al camp (%)	Rebrotades (%)
No	No	98 a	0
No	Flutolanil	93 ab	0
Sí	No	88 b	7
Sí	Flutolanil	87 b	12

Taula VIII. *Efecte sobre la supervivència al camp dels tractaments de solarització i Trichoderma asperellum. També es van comptar les plantes que havien mort i posteriorment van rebrotar. El recompte correspon als 61 dies des del trasplantament. Ns: no significatiu al nivell $p \leq 0,05$, any 2009*

Solarització	Tractament al test	Supervivència al camp (%)	Rebrotades (%)
No	No	83 ns	3
No	<i>T. asperellum</i>	90 ns	5
Sí	No	80 ns	5
Sí	<i>T. asperellum</i>	95 ns	0

L'efecte de la solarització aquest primer any va ser lleugerament negatiu si comparem els dos testimonis, però no tenim una explicació *a priori* per a aquest fet. Tot i això cal veure l'avaluació que es va fer l'any 2010.

4.2.3. Any 2010

Les soques brotades als testos es van trasplantar al camp el 17 d'agost.

El tractament que va donar una menor supervivència va ser el testimoni sense reg abans d'arrencar i sense immersió en brou (taula IX). A part d'això, la tendència va tornar a ser que el flutolanil va donar un percentatge de supervivència lleugerament superior al testimoni però sense grans diferències. Els resultats continuen sent coherents amb les observacions del 2008 i el 2009, en què utilitzant material vegetal d'un camp de primer any s'obté

Taula IX. *Efecte sobre la supervivència al camp dels tractaments de reg i d'immersió en brou. També es van comptar les plantes que havien mort i posteriorment van rebrotar. El recompte correspon als 59 dies des del trasplantament. Els valors seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents (test mds, $p \leq 0,05$), any 2010*

Reg abans d'arrencar	Immersió en brou	Supervivència al camp (%)	Rebrotades (%)
No	Flutolanil	100 a	0
No	Aigua	93 ab	7
No	No	87 c	12
Sí	Flutolanil	98 a	2
Sí	No	95 ab	5

una bona brotada i supervivència. Si comptem les soques que van rebrotar tenim un 100 % de plantes vives en quatre dels cinc tractaments, i l'altre amb un 99 %.

Cal afegir que en observacions fetes al camp, la part on s'havia fet sol·lització l'any 2009 va presentar més vigor i precocitat d'entrada en producció durant el segon any de cultiu, així com una notable disminució del nombre de plantes que van morir a causa d'un problema general del camp. En última instància, el marciment i la mort de les plantes van ser deguts a l'aparició de fongs patògens dels vasos vasculars i d'arrel. Probablement, la concentració de fongs patògens com *Verticillium dahliae* al sòl es va reduir.

5. CONCLUSIONS

L'experimentació en aquests dos anys ha estat molt útil per mesurar l'impacte de diferents tipus de maneig cultural i fitosanitari en la brotada de les soques i la supervivència dels cardets durant el procés de reproducció vegetativa. En general s'ha detectat que és de cabdal importància establir un maneig cultural amb les condicions òptimes per a l'obtenció d'un material vegetal sa i amb condicions favorables per a la brotada, a més de gestionar la fertilitat del sòl i el reg d'una manera eficient (García, 1999). Tot i això, l'aplicació de mesures de desinfecció de les soques o del sòl poden ser eines complementàries per a les situacions a les quals s'hagi arribat a grans desequilibris biològics.

Les causes de la mortalitat als testos i al camp de cadascuna de les plantes no es van poder determinar específicament per a cada soca, però sí que es van realitzar algunes anàlisis puntuals al laboratori. Es van detectar *R. solani*, *V. dahliae* i *Fusarium* sp., típics als sòls hortícoles i que poden afectar la carxofa (García, 1999).

El primer resultat destacable va ser l'origen de les soques i la càrrega que això comporta: reproduïdes a partir d'un camp mare de primer o de segon any de cultiu i la fertilitat general d'aquell sòl. Els camps de segon any són totalment desaconsellables. Gairebé sempre que s'han utilitzat soques de primer any la brotada i la supervivència han estat molt bones. L'estat sanitari de les soques és una part important de l'explicació d'aquest fenomen (Bergal *et al.*, 2007; Cirulli *et al.*, 2010; García, 1999), encara que també pot influir en un estat general de la soca que pot contribuir a una major producció i precocitat (Gamayo i Aguilar, 1999; Macua *et al.*, 2005a).

La pràctica dels pagesos de guardar les soques mullades amb aigua a la cambra de fred podria tenir un cert benefici; com a mínim, s'ha vist que es poden guardar alguns dies sense comprometre'n la brotada.

La humitat del sòl és cabdal per a rehidratar les soques i fer brotar els borrons (Garnica *et al.*, 2004; Macua *et al.*, 2005b). En les plantacions directament al camp és aconsellable regar fins que la major part de les soques inicien la brotada, que en situacions normals és entre un i tres regs per inundació. Després s'ha de reduir el reg per tal de no afavorir les condicions excessives d'humitat que afavoreixen els fongs patògens, que són més actius durant la tardor i la primavera (Berbegal *et al.*, 2007).

Amb relació a això, i en comparació amb les pràctiques habituals de plantació de les soques directament al camp, també s'ha observat que la brotada es facilita amb el sistema dels testos situats a la fresca d'un magatzem agrícola els mesos de juliol i agost. Sobretot perquè no pateixen els canvis bruscs d'humitat al substrat que es donen amb el reg per inundació en solcs. Aquestes observacions també estan en consonància amb les recomanacions tècniques a la zona de Tudela, on predomina el reg per aspersió i per degoteig. Podem afegir que el 2010 va ser un any que les temperatures no gaire elevades i les pluges lleugeres de la segona quinzena de juliol van afavorir notablement la brotada en molts dels camps més primerencs.

Fins aquí hem considerat quin és el protocol vàlid per a reproduir els camps de carxofes. Els resultats s'interpreten per al maneig directament al camp o bé amb el sistema de brotada en testos. Tot seguit es comenten els resultats més destacables de desinfecció de les soques i del sòl, ja que hi haurà situacions en què serà necessari.

Els tractaments de flutolanil i *T. asperellum* han donat en la majoria dels casos una lleugera millora de la supervivència dels cardets al camp, molt més notable l'any 2008, que les soques eren d'un camp de segon any. A més, el nombre de cardets brotats per planta també s'ha vist afavorit per la immersió de les soques en el brou de fungicida.

La termoteràpia ja s'ha provat amb èxit amb un rang de temperatures i de temps definit, sense crear cap problema a les soques en repòs vegetatiu, i reduint la incidència de *V. dahliae* (Cirulli, 2010) i probablement també de *R. solani*. Aquesta mesura està més en consonància amb els objectius d'anar reduint la utilització de productes fitosanitaris. Malauradament, en aquest experiment l'elevada mortalitat dels borrons es va atribuir al fet que ja havien iniciat el procés de brotada amb les pluges d'una setmana abans. Per tant, és un factor més que s'hauria de tenir en compte.

La solarització també va tenir un efecte notable durant el segon any de cultiu quan es va detectar un problema general de marciment de les plantes a tot el camp (Berbegal *et al.*, 2008; Cebolla *et al.*, 2003). També va contribuir al control de les adventícies, que va reduir clarament els costos d'es-

carda. A més, cal remarcar que la tècnica encaixa bé amb el cicle de plantació de la carxofa, ja que es pot posar el plàstic durant els mesos de juny i juliol i plantar a principi d'agost. Abans de posar el plàstic és convenient incorporar restes fresques d'un cultiu precedent de *Brassica* sp., un adobament en verd o fems frescos per afavorir la biodesinfecció i l'activitat biològica del sòl.

6. AGRAÏMENTS

A la finca de Cal Coracero i en especial al pagès Albert Bou per la bona disposició de col·laborar en l'experimentació, per la feina de camp realitzada i per compartir els coneixements del cultiu de la carxofa. A Àlex Expósito i a Ramiro González, alumnes en pràctiques d'enginyeria tècnica agrícola de la Universitat Politècnica de Catalunya, pel gran suport en la feina de camp. A Joan Casals, enginyer tècnic agrícola, per l'anàlisi estadística de les dades. A Eduald Crivillés, enginyer tècnic agrícola dels cellers Torres, per la cessió de la maquinària per a la termoteràpia.

BIBLIOGRAFIA

- BERBEGAL, M.; GARCÍA-JIMÉNEZ, J.; ARMENGOL, J. (2008). «Effect of cauliflower residue amendments and soil solarization on Verticillium wilt control in artichoke». *Plant Disease*, 92, p. 595-600.
- BERBEGAL, M.; ORTEGA, A.; GARCÍA-JIMÉNEZ, J.; ARMENGOL, J. (2007). «Inoculum density-disease development relationship in Verticillium wilt of artichoke caused by Verticillium dahliae». *Plant Disease*, 91, p. 1131-1136.
- CEBOLLA, V.; NAVARRO, C.; MONTFORT, P.; LLORACH, S. (2003). «El problema de la replantación de la alcachofa (*Verticillium dahliae* Kleb.) en la zona de Benicarló y su control». *Phytoma España*, 149, p. 47-52.
- CIRULLI, M.; BUBISI, J.; AMENDUNI, M.; ARMENGOL, J.; BERBEGAL, M.; JIMÉNEZ-GASCO, M.; JIMÉNEZ-DÍAZ, R. (2010). «Verticillium wilt: a threat to artichoke production». *Plant Disease*, 94, p. 1176-1187.
- GAMAYO, J.; AGUILAR, A. (1999). «Ensayo de estacas o zuecas de distinta "edad" en la C. Valenciana». *Navarra Agraria* (maig-juny), p. 32-38.
- GARCÍA, M. (1999). *Plagas, enfermedades y fisiopatías del cultivo de la alcachofa en la Comunidad Valenciana*. Generalitat Valenciana, Conselleria d'Agricultura i Pesca.
- GARNICA, J.; MACUA, J. I.; LAHOZ, I.; MALUMBRES, A. (2004). «Influence of irrigation in the production and industrial quality of artichokes in Navarra». *Proc. of Vth IC on Artichoke. Acta Hort. (ISHS)*, 660, p. 359-364.
- MACUA, J. I.; BOZAL, J. M.; LAHOZ, I. (1999). «Ensayo de estacas o zuecas de distinta "edad"». *VIII Congreso Nacional de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas*. Múrcia.

- MACUA, J. I.; LAHOZ, I.; SANTOS, A. (2005a). «Agronomic and qualitative influence of different artichoke varieties in stumps' fields with one-year and multi-year crops». *Proc. of IVth IC on Artichoke. Acta Hort. (ISHS)*, 681, p. 151-158.
- MACUA, J. I.; LAHOZ, I.; GARNICA, J. (2005b). «The influence of irrigation water quantities on the production and quality of the “Blanca de Tudela” artichoke». *Proc. of IVth IC on Artichoke. Acta Hort. (ISHS)*, 681, p. 257-262.