



LIBRO DE ACTAS



XVIII CONGRESO

**SEMh**

SOCIEDAD ESPAÑOLA  
DE MALHERBOLOGÍA

Mérida, 26-29 Abril 2022

LIBRO DE ACTAS



XVIII CONGRESO  
**SEMh**  
SOCIEDAD ESPAÑOLA  
DE MALHERBOLOGÍA  
Mérida, 26-29 Abril 2022

En este libro se publican las comunicaciones presentadas al XVIII Congreso de la Sociedad Española de Malherbología, celebrado en Mérida entre los días 26 al 29 de abril de 2022.

Título: Actas XVIII Congreso de la Sociedad Española de Malherbología 2022  
Editoras: María Dolores Osuna Ruiz y Ana De Santiago Roldán  
Edita: Centro de Investigaciones Científico y Tecnológico de Extremadura (CICYTEX)  
Maquetación: Luz León Comunicación

Depósito Legal: BA-165-2022  
ISBN:

## Comité Organizador

### Coordinadora

María Dolores Osuna Ruiz

### Secretaria

Ana de Santiago Roldán

### Vocales

Carmen González Ramos, Jerónimo González Cortés, Estefanía Minero Carrasco, María Blanca García García, M.<sup>a</sup> Isabel Rubio Augusto, Laura Martín Blanco, Carmen Rodríguez Molina, Paula Serrano Pérez, Enrique Cardillo Amo (CICYTEX). Isabel Cahla (INIAV Oeiras, Portugal). Nuria Pedrol (Universidad de Vigo). J. Antonio Palmerín Romero, J. María Quiles Pecos, Servicio Sanidad Vegetal (Junta Extremadura). Pilar García Pérez (CTAEX)

### Oficina Técnica

Alejandro García Silvestre, Raquel Borrego Campos (FUNDECYT-PCTEX)

## Comité Científico

Joaquín Aibar (Universidad de Zaragoza). Ana Isabel María, Alicia Cirujeda, Gabriel Pardo (CITA-Zaragoza). José María Osca, Diego Gómez de Barreda (Universidad Politécnica de Valencia). Joel Torra, Jordi Recassens, Aritz Royo, José María Montull (Universitat de Lleida). Nuria López, José María Urbano (Universidad de Sevilla). Fernando Bastida, Julio Menéndez (Universidad de Huelva). José Luis González Andújar, Francisca López-Granados (CSIC-Córdoba). José Manuel Peña, José Dorado. (CSIC-Madrid). Iñigo Loureiro (INIA-Madrid). Ana Zabalza, Mercedes Royuela (Universidad Pública de Navarra). Irache Garnica (INTIA-Navarra). Isabel Cahla (INIAV-Portugal). Joao Portugal (Universidad de Beja-Portugal). Nuria Pedrol (Universidad de Vigo). Teresa Sosa (Universidad de Extremadura). Ana de Castro (INIA-CSIC-Madrid).

# ÍNDICE

## SESIÓN 1. Control Químico y Resistencia a Herbicidas

S1

01. Control químico del árbol del cielo ( <i>Ailanthus altissima</i> ).....	25
02. Eficacia de herbicidas en pre-emergencia del cultivo de la soja.....	31
03. Elección de boquillas de pulverización para tratamientos herbicidas en olivar.....	35
04. Estrés oxidativo causado por inhibición de la ALS en <i>Amaranthus palmeri</i> .....	41
05. Estado oxidativo y actividad GST en poblaciones de <i>Amaranthus palmeri</i> con resistencia a inhibidores de ALS y glifosato.....	49
06. Actividades proteolíticas en la fisiología de la resistencia múltiple a inhibidores de ALS y glifosato en <i>Amaranthus palmeri</i> .....	57
P1. Índice para evaluar la sensibilidad varietal y la selectividad en aplicaciones de herbicidas en cereales de invierno.....	65
P2. Ensayo de herbicidas para control de <i>Amaranthus palmeri</i> en cultivo de maíz.....	69
P3. Tolerancia y susceptibilidad de los musgos del olivar a los herbicidas.....	75
P4. Confirmación de la presencia en España de biotipos de <i>Amaranthus palmeri</i> con resistencia a glifosato.....	81
P5. Control de <i>Epilobium brachycarpum</i> con herbicidas en olivar.....	87
P6. Lo que no te mata te hace más fuerte: respuesta de poblaciones locales de <i>Amaranthus palmeri</i> S. Watson a diferentes herbicidas.....	93
P7. Estudio del grado de resistencia de poblaciones aragonesas y navarras de <i>Echinochloa</i> spp. a distintos herbicidas autorizados en cultivo de arroz.....	99
P8. Hacia un sistema de siembra directa verdaderamente conservacionista: "Una propuesta de solución al problema de malas hierbas resistentes a herbicidas basada en visión artificial".....	105
P9. Estudio de mecanismos tipo TSR (Target Site Resistance) como responsables de la resistencia a herbicidas inhibidores de la ALS en poblaciones de <i>Amaranthus palmeri</i> en Extremadura.....	113

## SESIÓN 2. Control Integrado

S2

01. Manejo de especies arvenses en soja ecológica.....	121
02. Aprovechamiento de la paja del arroz como mulch en los cultivos del naranjo y caqui.....	127
03. Efecto de los sistemas de cultivo sobre las malas hierbas.....	133
04. Efecto de una cubierta vegetal de <i>Sinapis alba</i> sobre la densidad de población de <i>Conyza</i> spp. en olivar.....	139
05. Manejo integrado de control de malas hierbas para la producción de arroz ecológico en el Delta del Ebro.....	145
06. Evaluación de estrategias de control mecánico de <i>Echinochloa</i> spp. en el cultivo del arroz: grada de púas y de estrellas.....	151
07. Manejo de cubiertas vegetales en viñedo para el control de malas hierbas. Balance entre vigor y sostenibilidad.....	155
08. Capacidad de la camelina ( <i>Camelina sativa</i> (L.) Crantz) para suprimir el crecimiento de la amapola ( <i>Papaver rhoeas</i> L.).....	161
P1. Manejo integrado de malas hierbas en olivar: influencia sobre la biodiversidad arvense, rendimiento y calidad.....	167
P2. ¿Es posible reducir el uso de herbicidas en agricultura de conservación?.....	173
P3. Cultivos mixtos de cebada y guisante en diferentes proporciones. Efecto sobre la biomasa de malas hierbas.....	179
P4. Uso de plantas aliadas para el control de malas hierbas bajo las cepas del viñedo.....	185

P5. Manejo de <i>Cynodon dactylon</i> en cubiertas vegetales en viñedos y efecto reductor del pase de "roller crimper" .....	191
P6. Capacidad supresora de la camelina sobre las malas hierbas de verano en campos irrigados.....	197
P7. Efecto del sistema productivo, fecha y densidad de siembra sobre el rendimiento y flora adventicia en guisante proteaginoso. Estudio preliminar .....	203
P8. Capacidad de emergencia de <i>Cyperus rotundus</i> L. a través de acolchados desde diferentes profundidades.....	209
P9. Efecto del cultivo de cobertura sobre la parasitación de <i>P. ramosa</i> del tomate en condiciones controladas .....	215
P10. Respuesta al fósforo en condiciones hidropónicas de dos especies del género <i>Bromus</i> ( <i>Bromus rigidus</i> y <i>Bromus diandrus</i> ) y dos cultivares de cebada .....	221
P11. Efecto de la siembra en seco y la quema del residuo de cosecha de arroz sobre la abundancia de <i>Cyperus</i> spp y <i>Leptochloa</i> spp en el banco de semillas del suelo de un arrozal extremeño.....	229

### SESIÓN 3. Búsqueda de Herbicidas con nuevos modos de acción

S3

01. AGIXA® y NOVIXID®, nuevos herbicidas para el cultivo del arroz.....	239
02. Eficacia del herbicida benzobiciclon para el control de poblaciones resistentes de <i>Cyperus difformis</i> y <i>Leptochloa</i> spp. en el cultivo del arroz.....	247
03. BASF en el cultivo del arroz: tecnología e innovación para el control de malas hierbas y gestión de resistencias.....	253
P1. Estudio del potencial alelopático del pistachero sobre malas hierbas frecuentes en plantaciones de Castilla y León.....	259
P2. ¿Aumenta el potencial alelopático de <i>Ulex europaeus</i> en el rango invadido?.....	267
P3. Uso potencial de <i>Ulex europaeus</i> como bioherbicida sobre <i>Lolium rigidum</i> en cultivos de <i>Avena sativa</i> .....	273
P4. Invasoras alelopáticas en el arribazón: potencial fitotóxico de la macroalga <i>Sargassum muticum</i> y precauciones de uso agrícola.....	279
P5. Planta contra Planta: el caso del extracto acuoso de mastranzo .....	285
P6. Determinación de la eficacia herbicida del peróxido de hidrógeno (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) para el control de arvenses en ecosistemas acuáticos.....	291
P7. El potencial bioherbicida del hidrolato de <i>Cistus ladanifer</i> L.....	297

### SESIÓN 4. Biología y Agroecología de malas hierbas

S4

01. Situación actual de la especie arvense invasora <i>Amaranthus palmeri</i> S. Watson en España.....	307
02. Estudio de la diversidad taxonómica y funcional de la flora arvense en un viñedo mediterráneo con distintos manejos de malas hierbas .....	315
03. Efectos de la rotación de cultivos en la densidad y diversidad del banco de semillas del suelo .....	321
04. Hibridación entre maíz ( <i>Zea mays ssp. mays</i> ) y los teosintes <i>Z. m. ssp. mexicana</i> y <i>Z. m. ssp. parviglumis</i> .....	327
05. ¿Qué relaciones entre prácticas agrícolas, rendimiento de los cultivos y comunidades arvenses favorecen la sostenibilidad de los sistemas cerealistas de secano mediterráneos? .....	333
06. 45 años de prospecciones en cereal de invierno en el nordeste de España: primeros resultados comparativos .....	339
07. Descripción y modelización de la emergencia de poblaciones de <i>Lolium rigidum</i> en la Península Ibérica.....	345

08. Efecto de las proteínas Harpin αβ en la reducción del estrés causado por la aplicación de herbicidas en el cultivo de arroz.....	351
P1. Identificación de las principales vías de entrada de <i>Amaranthus palmeri</i> en Cataluña.....	359
P2. Efecto de la densidad y el tipo de germinación en el crecimiento vegetativo de plantas de <i>Digitaria sanguinalis</i> .....	365
P3. Estudio del desarrollo inicial de hijuelos y hojas en plantas de <i>Digitaria sanguinalis</i> para dos tipos de germinación a distinta densidad.....	371
P4. Estudio de la fenología de las malas hierbas en el Jardín Arvense de la Universidad de Sevilla y su uso en la agricultura .....	377
P5. Estudio de las emergencias en el Jardín Arvense y su aplicación para la agricultura.....	383
P6. Supresión de malas hierbas utilizando cultivos de cobertura y alternativos en sistemas de trigo de secano del este de Oregón.....	389
P7. Germinación de poblaciones de <i>Leptochloa fusca</i> subsp. fascicularis de arrozales de Portugal.....	395
P8. Fenología de los híbridos y de sus generaciones derivadas entre maíz ( <i>Zea mays ssp. mays</i> ) y los teosintes <i>Z. mays ssp. mexicana</i> y <i>Z. mays ssp. parviglumis</i> .....	401
P9. Influencia del cultivo precedente sobre las poblaciones de malas hierbas en las siguientes campañas .....	407
P10. Efecto de la salinidad en los primeros estadios de desarrollo de poblaciones de arroz salvaje y arroz cultivado .....	411

### SESIÓN 5. Nuevas Herramientas - Tecnologías en Malherbología

S5

01. Especificaciones óptimas para la identificación de especies arvenses en maíz mediante imágenes tomadas con drones y aprendizaje automático .....	421
02. Detección de <i>Coryza</i> spp. en la hilera de cultivos leñosos: caso de estudio en olivar en seto .....	427
03. Discriminación entre especies de hoja ancha y gramíneas en cultivos mediante imágenes-UAV y sensor de bajo coste .....	433
04. Detección temprana y próxima de <i>Papaver rhoeas</i> en cereal de invierno mediante Redes Neuronales de acceso abierto.....	439
05. MalertappUS, una aplicación para predecir emergencias de malas hierbas problemáticas .....	445
06. IPM Advice SL, nueva spinoff de la Universidad de Lleida dedicada al asesoramiento en el control de malas hierbas .....	451
PI. DACWEED: Detección y tratamiento inteligente de malas hierbas a través de ISOBUS.....	455
P2. Redes neuronales basadas en detección de objetos para el manejo inteligente de malas hierbas en el cultivo de tomate .....	461
P3. Desarrollo y validación de un modelo termal para describir la emergencia de <i>Avena sterilis</i> L. ssp. <i>sterilis</i> .....	469
P4. Discriminación de teosinte y maíz mediante parámetros espectrales y redes neuronales.....	475
P5. <i>Ecballium elaterium</i> en olivar en seto: detección de infestaciones mediante ortomosaicos-UAV.....	481
P6. Ensayos de validación del DSS IPMwise en el cultivo de soja .....	487

### ÍNDICE de autores

IA

Autores.....	493
--------------	-----

## Agradecimientos

Agradecemos la colaboración de F. Arrieta y J.A. Alins en el establecimiento del ensayo y la de E. Armero en la realización de su seguimiento.

## Referencias

- BELL RS, LACHMAN WH, RAHN EM, SWEET RD (1962) Life history studies as related to weed control in the Northeast 1- Nutgrass. *Rhode Island Agricultural Experiment Station Bulletin* 364, 35 pp.
- CIRUJEDA A, ANZALONE A, AIBAR J, MORENO MM, ZARAGOZA C (2012) Purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) control with paper mulch in processing tomato. *Crop Protection* 39, 66-71.
- ISLAM MN, BALTAZAR AM, DE DATTA SK, KARIM ANMR (2009) Management of purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) tuber populations in rice-onion cropping systems. *Philipp Agric Sci* 92, 407-418.
- LLENES JM (2021) La jonça (*Cyperus sp.*), biologia i mètodes de control. *Agroicultura* 84, 20-23.
- LIEBMAN M & GALLANDT ER (1997) Many little hammers: ecological management of crop-weed interactions. In: *Ecology in Agriculture*, ed. M. Liebman & ER Gallandt, Cambridge Ed., 291-343.
- NISHIMOTO RK (2001) Purple nutsedge tuber sprouting. *Weed Biology Management* 1, 203-208.
- MARÍ AI, PARDO G, AIBAR J, CIRUJEDA A (2020). Purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) control with biodegradable mulches and its effect on fresh pepper production. *Scientia Horticulturae* 263, 109111.
- ROCHECOUSTE E (1956) Observations on nutgrass (*Cyperus rotundus*) and its control by chemical methods in Mauritius. *Proc. 9th Congress of the International Society of Sugarcane Technologists*, 1-11.
- SHOGREN RL & HOCHMUTH RC (2004). Field evaluation of watermelon grown on paper polymerized vegetable oil mulches. *HortScience* 39, 1588-1591
- SIRIWARDANA G & NISHIMOTO RK (1987). Propagules of purple nutsedge in soil. *Weed Technology* 1, 217-220.
- TRIPATHI, RS (1969). Ecology of *Cyperus rotundus* L. 3. Population of tubers at different depths of the soil and their sprouting response to air drying. *Proceedings National Academy Sciences India* (Sect. B) 39, 140-142.

## P9. Efecto del cultivo de cobertura sobre la parasitación de *P. ramosa* del tomate en condiciones controladas

### P9. Cover cropping effect on *P. ramosa* parasitation in tomato under controlled conditions

CALHA IM<sup>1</sup>, SANTOS J<sup>2</sup>, AMARAL A<sup>2</sup>, CACHADO J<sup>3</sup>, NUNES AP<sup>4</sup>

<sup>1</sup>INIAV, Oeiras, Portugal; <sup>2</sup>ESAS /IP Santarém, Santarém, Portugal; <sup>3</sup> Torriba, Almeirim, Portugal; <sup>4</sup>COTHN, Alcobaça, Portugal

Email (por orden): isabel.calha@iniav.pt, joao.santos@esa.ipsantarem.pt, artur.amaral@esa.ipsantarem.pt, jcachado@torriba.pt, ana.paula@cothn.pt

El control del jopo (*Phelipanche ramosa*; Orobanchaceae) del tomate de industria solo puede ser logrado con un enfoque integrado que apunte a una sinergia entre los métodos culturales, físicos, químicos, biológicos y biotecnológicos. Los cultivos de cobertura son métodos culturales con expectativas de crecimiento para reducir la carga de malas hierbas. El presente estudio se llevó a cabo para evaluar el potencial de diferentes especies de cobertura para reducir la parasitación de *P. ramosa* en tomate. Se instaló un ensayo en invernadero desde noviembre de 2020 hasta septiembre de 2021 para evaluar cuatro cultivos de cobertura: dos cultivos-trampa (*Linum usitanissimum* y *Pisum sativum*), una Poaceae micorizante (*Lolium rigidum*) y una mezcla de Fabaceae x Poaceae. La densidad fue de 1,5 g semillas en macetas con 14 cm de diámetro llenas de mezcla de tierra y turba (2: 1) previamente sembradas con 0,0 2 g (circa 3000) de semillas de *P. ramosa* excepto en el control absoluto. Cuatro meses más tarde, se cortaron los cultivos de cobertura a nivel del suelo y se plantó una planta de tomate en suelo no perturbado, una por maceta. Se observó un total de 20 plantas por tratamiento. Tres meses más tarde, se examinaron las raíces de tomate y se contaron y pesaron los tubérculos de jopo semanalmente. El número de tubérculos de *P. ramosa* por planta de tomate osciló entre cero y siete. Hasta julio se registró el número máximo de 30 plantas parasitadas en control (sin cultivo de cobertura) y el mínimo de cero en una mezcla de Fabaceae x Poaceae. Los otros cultivos de cobertura redujeron la parasitación del tomate de 20 % hasta 63 %. El cultivo de cobertura más efectivo fue la mezcla de Fabaceae y Poaceae, que se encontraba bien adaptado a las condiciones de los campos de tomate de Ribatejo en el valle del Tajo, Portugal. Las especies de Fabaceae son conocidas por su gran potencial para el control de jopo. Las combinaciones de Fabaceae con Poaceae aumentaron la resiliencia frente a condiciones climáticas adversas, una ventaja para lograr un control eficiente de malas hierbas durante un período prolongado.

**Palabras clave:** jopo, tubérculos, tomate de industria, *Linum usitanissimum*, *Pisum sativum*, *Lolium rigidum*, cultivo mixto

*Broomrape (Phelipanche ramosa; Orobanchaceae) control in processing tomato could only be achieved with an integrated approach aiming for a synergy among cultural, physical, chemical, biological and biotechnological methods. Cover crops are cultural methods with growing expectations for reducing weed burdens. The present study was carried out to assess the potential of different cover cropping plant species to reduce parasitation of P. ramosa in tomato.*

A greenhouse assay was set from November 2020 to September 2021 to evaluate four cover crops, two trap crops (*Linum usitanissimum* and *Pisum sativum*), one mycorrhizal Poaceae (*Lolium rigidum*) and a species mixture of Fabaceae x Poaceae. The density was 1,5 g seeds per m<sup>2</sup> in pots with 14 cm diameter with soil and turf mix (2:1). Previously, seeds of *P. ramosa* were spread on top of soil (0,02 g, circa 3000 seeds) except in the absolute control. Four months later, cover crops were cut at soil level, and a tomato plant was planted in undisturbed soil, one per pot. A total of 20 tomato plants per treatment was observed. Three months later, roots of tomato were screened, and broomrape tubers were counted and weighed on a weekly basis.

The number of broomrape tubers ranged from zero to seven per tomato plant. Until July, the maximum number of 30 parasited plants were registered in control (no cover-cropping) and the minimum of zero in the species mixture of Fabaceae x Poaceae. The other crops reduced tomato parasitism from 20 % to 63 %, compared to the control.

The most effective cover cropping was the mixture of Fabaceae and Poaceae, which was well adapted for the condition of Ribatejo tomato fields in Tagus valley, Portugal. Fabaceae species are known for their great potential for broomrape control. Fabaceae combinations with Poaceae increased resilience against adverse weather conditions, an advantage to achieving efficient weed control over a long-term period.

**Key words:** Broomrape, tubercles, processing tomato, *Linum usitanissimum*, *Pisum sativum*, *Lolium rigidum*, mixed crop

## Introduction

Processing tomatoes are important to the Portuguese agricultural economy; in 2021, Ribatejo accounted for over 90% of the 1.5 million tons of tomatoes grown in Portugal (INE, 2021). Recently, branched broomrape (*Phelipanche ramosa*; Orobanchaceae), one of the most potentially damaging pests of tomato was registered in Ribatejo. Broomrapes are obligate root parasitic plants that can cause devastating damage to tomatoes and many other economically important broadleaf crops. These weeds use a modified root, called a haustorium, to fuse into a host plant root and extract nutrients and water. This greatly reduces productivity and sometimes kills the host. Broomrapes control is difficult, largely due to its unique biology and complex life cycle. Most of the broomrape life cycle occurs below the soil surface, which makes it difficult to detect and control before it causes damage to the host plant. Effective management of broomrape will require a long-term, integrated approach that involves sound understanding of the biology of the parasitic weed and the dissemination of information about management practices to all stakeholders (Osipitan et al 2021).

Nowadays efforts of researches are directed towards the development of biochemical products or the extension of other crops as alternatives to chemical soil disinfection. The inclusion of cover cropping in rotation during periods when cash crops are not grown is effective in increasing fertility and enhancing soil suppressiveness against soil-borne diseases and weeds. Cover crops provide toxic substances (allelochemicals) preventing the germination of weed seeds and favouring the growth of antagonists (Schappert et al., 2016; Fernández-Aparicio et al., 2016).

Therefore the aim of this study was to evaluate the effect of selected cover crops for the control of branched broomrape in transplanted tomato.

## Material and Methods

The study was carried out during autumn 2020 and summer 2021 in a greenhouse located in INIAV campus in Oeiras (38° 41' N; 9° 18' W) using soil collected from a field located in Golegã (central Portugal) previously cultivated with potato and maize where branched broomrape was absent.

Twenty pots per treatment were prepared using a mix of Golegã soil (coluviosol; pH 7.6; O-M .2 %), peat and sand (2:2:1). The experiment comprised three dates of sowing per pot: in autumn, first broomrape then four different cover crops and in spring, transplanted tomato 'H1015'. Cover crops were selected as two trap crops (*Linum usitanissimum* and *Pisum sativum*), one mycorrhizal Poaceae (*Lolium rigidum*) and a species mixture of Fabaceae x Poaceae (Consociation of *Lolium multiflorum* with *Trifolium* spp.) (Qasem, 2019). The trial was laid out in a randomized -block design of six treatments with 20 replications (pots diam 15 cm and 15 cm height). The treatments and dates of sowing are listed in Table 1. *P. ramosa* seeds (0,03 g/pot) were sown on the 27th November, in every treatment except Absolute control (TA). Cover cropping were sown the following week. The aerial biomass of the *Lolium rigidum* and Consociation was cut and used as mulching in three dates (Table 2). Fresh weight was registered only on the first cut, to assess the density of mulching. Tomato (one plant per pot) was transplanted 70 days after the last cut.

**Table 1. Experimental treatments in 2020 and 2021**

TREATMENT	BRANCHED BROOMRAPE	COVER CROP	SEED RATE (g m <sup>-2</sup> )	SOWING DATE	TOMATO
T -Control	x	Absent	-	-	x
TA -Absolute control	Absent	Absent	-	-	x
Li - Flax	x	<i>Linum usitanissimum</i>	5 seeds/pot	02/12/20	x
E - Pea	x	<i>Pisum sativum</i>	5 seeds/pot	02/12/20	x
Lo - ryegrass	x	<i>Lolium rigidum</i>	1,5 g	02/12/20	x
CC	x	Consociation Fabaceae x Poaceae	1,5 g	02/12/20	x

**Table 2. Timming for cover crop cuttings**

COVER CROP	1st CUT	2nd CUT	3rd CUT
<i>Lolium rigidum</i> ,	28/12/20	14/01/21	19/02/21
Consociation	28/12/20	14/01/21	19/02/21

The efficacy of cover cropping on tomato root parasitism was assessed 60 days after tomato transplanting, starting in June in a weekly basis until August, as follows: roots separation from soil, observation of roots with a magnifier and counting number of

parasited roots, number of tubercles of *P. ramosa* and number of subterranean stems. After the measurements, tomato roots were eliminated by autoclave sterilization. A total of six observations were registered including a final observation in September 2021. In the first and last observation plant height, number of leaves per plant and plant fresh weight was also determined for tomato plants.

Air temperature was recorded daily in the greenhouse with a maximum-minimum thermometer. Growing Degree Days (GDD) were calculated during the period between tomato planting date and harvest using the following equation (McMaster & Wilhelm, 1997):  $GDD = \sum [(T_{max} + T_{min}) / 2 - T_{base}]$ , where  $T_{max}$  and  $T_{min}$  are the maximum and minimum daily temperatures (C), respectively.  $T_{base}$  is the base temperature, which has been defined as 10° C for tomato (Van Der Ploeg & Heuvelink 2005). According to Ephrath et al (2012) as the development of the parasite depends mainly on the development of the host, we used 10° C as the base temperature, because the base temperature of the broomrape is much lower, 4,9° C (Kebreab & Murdoch 1999).

All data were subjected to the analysis of variance and treatment means were separated by using Duncan test at  $p = 0.05$  level. All data were tested for assumptions of normality using R (R core team, 2002).

## Results and Discussion

### Evolution of tomato parasitism with time

A strong relation was found for the broomrape stage and GDD (Figure 1). The model can be divided into three phases for each parasite stage: lag, log and maximum. During the lag phase, the parasite population grows very slowly. After that, the log phase covers an exponential growth of the parasite population. Finally, a maximum is reached and the parasite population remains stable. Our results are in accordance with Pérez-de-Luque et al. (2016) in the exponential phase, but requires that data assessment started earlier because we missed the lag phase. This initial phase is very important to model as it indicates when the first parasitism occurs and need to be verified in the following experiments, that will be carried out in 2021/2022.

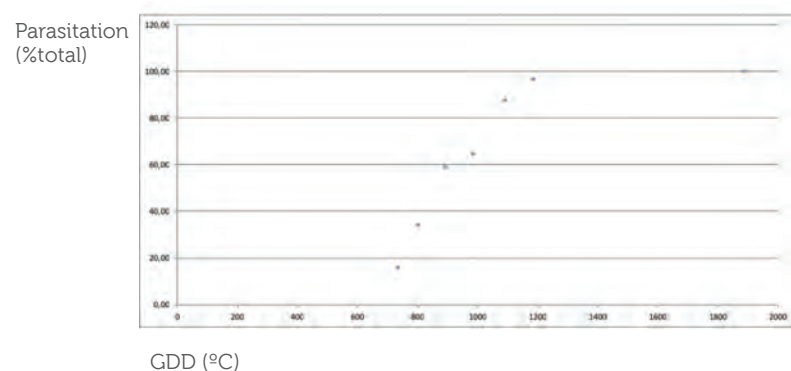


Figure 1 – Relation between broomrape attachment number and growing degree days (GDD) in control.

### Effect of cover crops on tomato parasitism by *P. ramosa*

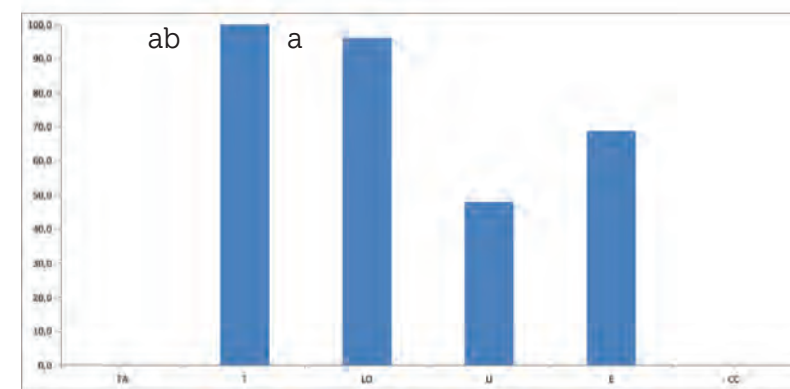


Figure 2. Number of tomato plants parasitized with *P. ramosa* (percentage of control - T).

The number of broomrape tubers ranged from zero to seven per tomato plant. Until July the maximum number of 20 parasited plants were registered in control (no cover-cropping) and the minimum of zero in the Consociation (mixture of Fabaceae x Poaceae). The other crops reduced tomato parasitism from 20 % to 63 %, compared to control (Figure 2).

Plant fresh weight of tomato plants ranged between 8.6 g and 28.0 g between the 1st and the last observation, for all treatments. At the last date of observation, the fresh weight was not very different between cover cropping treatments except for consociation where tomato plants were smaller.

## Conclusions

The most effective cover cropping was the mixture of Fabaceae and Poaceae, that was well adapted for the condition of Ribatejo tomato fields in Tagus valley, Portugal. Fabaceae species are known for their great potential for broomrape control. Fabaceae combinations with Poaceae increased resilience against adverse weather conditions, an advantage to achieving efficient weed control over a long-term period.

## Acknowledgments

This study was partially financially supported by the programme PDR2020, Project HORTINF-101-030854. The authors would like to thank Paula Brito for the maintenance of the assay in the greenhouse.

## References

EPHRATH JE, HERSHENHORN J, ACHDARI G, BRINGER S, EIZENBERG H (2012) Use of logistic equation for detection of the initial parasitism phase of egyptian broomrape (*Phelipanche aegyptiaca*) in tomato. *Weed Science* 60, 57–63.

FERNÁNDEZ-APARICIO *et al.* (2016). Broomrape weeds. Underground mechanisms of parasitism and associated strategies for their control: a review. *Frontiers in Plant Science* 7, 135.

INE (2021) Previsões Agrícolas – Outubro 2021. *Boletim Mensal da Agricultura e Pescas*.

QASEM JR (2019) Branched broomrape (*Orobanche ramosa* L.) control in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) by trap crops and other plant species in rotation. *Crop Protection* 120, 75–83.

KEBREAB E & MURDOCH AJ (1999) A quantitative model for loss of primary dormancy and induction of secondary dormancy in imbibed seeds of *Orobanche* spp. *Journal of Experimental Botany* 50, 211–219.

MCMMASTER GS & WILHELM WW (1997) Growing degree-days: one equation, two interpretations. *Agricultural Forestry Meteorology* 87, 291–300.

OSIPITAN AO, HANSON BD, GOLDWASSER Y, FATINO M, MESGARAN MB (2021) The potential threat of branched broomrape for California processing tomato: A review. Online: <https://doi.org/10.3733/ca.2021a0012>

PÉREZ-DE-LUQUE A, FLORES F, RUBIALES D (2016) Differences in crenate broomrape parasitism dynamics on three legume crops using a thermal time model. *Frontiers in Plant Science* 7, 1910.

R CORE TEAM (2021) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Viena, Austria [<http://www.R-project.org/>]. Access 16th nov 2021

SCHAPPERT, A, SCHUMACHER M, GERHARDS R (2019) Weed Control Ability of Single Sown Cover Crops Compared to Species Mixtures. *Agronomy* 9, 294.

VAN DER PLOEG A & HEUVELINK E (2005). Influence of suboptimal temperature on tomato growth and yield: a review. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 80 (6), 652–659.

## P10. Respuesta al fósforo en condiciones hidropónicas de dos especies del género *Bromus* (*Bromus rigidus* y *Bromus diandrus*) y dos cultivares de cebada

### P10. Growth response to phosphorous under hydroponic conditions of two *Bromus* weed species (*Bromus rigidus* and *Bromus diandrus*) and two barley cultivars

ESCORIAL MC<sup>a</sup>, HORNOS Z, ARIAS-MARTÍN M<sup>b</sup>, LOUREIRO I<sup>c</sup>

Departamento de Protección Vegetal, Centro Nacional Instituto de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA, CSIC), Madrid, España

Email: <sup>a</sup>[escorial@inia.es](mailto:escorial@inia.es), <sup>b</sup>[arias.maria@inia.es](mailto:arias.maria@inia.es), <sup>c</sup>[cloureiro@inia.es](mailto:cloureiro@inia.es)

Los niveles de fósforo (P) pueden afectar tanto al crecimiento de las malas hierbas como al de los cultivos e influir en las interacciones competitivas resultantes entre ambos. Se realizó un estudio en condiciones controladas para determinar la respuesta del crecimiento de dos especies de *Bromus* (*B. rigidus* y *B. diandrus*) y de dos cultivares de cebada (Albacete y Volley) al P aplicado a 0, 6, 10, 20, 30, 35 o 40 mg·L<sup>-1</sup> en condiciones hidropónicas. La biomasa de todas las especies aumentó con el incremento de la dosis de P. En el caso de la cebada, los incrementos de peso seco fueron similares entre los dos cultivares y oscilaron entre 3,5 y 4,2 veces para el cv. Albacete y de 3,7 a 5,1 para el cv. Volley a medida que se incrementaba la concentración de P de 0 a 40 mg·L<sup>-1</sup>. Sin embargo, para *B. rigidus* los incrementos de biomasa oscilaron entre 4,5 y 10,9 veces, mientras que en el caso de *B. diandrus* entre 7,9 y 12,3. Por tanto, ambas especies de bromos respondieron a la adición de P en condiciones hidropónicas con un mayor crecimiento que los cultivares de cebada. La clasificación de la capacidad de respuesta a la adición de P fue Albacete < Volley < *B. rigidus* < *B. diandrus*. Estos resultados deben ser confirmados en condiciones de campo y podrían tener implicaciones para un manejo más efectivo del bromo reduciendo la fertilización con fósforo sin afectar el rendimiento de la cebada.

**Palabras clave:** P, bromos, *Hordeum vulgare*, nivel de ploidía, manejo integrado

*Phosphorus (P) levels can affect both weed and crop growth and influence the resulting competitive interactions between the two. A study was conducted under controlled conditions to determine the growth response of two Bromus species (B. rigidus and B. diandrus) and two barley cultivars (Albacete and Volley) to P applied at 0, 6, 10, 20, 30, 35 or 40 mg·L<sup>-1</sup> under hydroponic conditions. Biomass of all species increased with increasing P dose. For barley, biomass (dry weight) increases were similar between the two cultivars and ranged 3.5-4.2-fold for cv. Albacete and 3.7-5.1 for Volley as P concentration increased from 0 to 40 mg·L<sup>-1</sup>. However, the biomass increases ranged 4.5-10.9-fold for B. rigidus and 7.9- 12.3 for B. diandrus. Thus, both brome species responded to P addition under hydroponic conditions with higher growth than barley cultivars. The ranking of responsiveness to added P was Albacete < Volley < B. rigidus < B. diandrus. These results must be confirmed under*

Isabel M CALHA<sup>1</sup>, João SANTOS<sup>2</sup>, Artur AMARAL<sup>2</sup>, José CACHADO<sup>3</sup>, Ana Paula NUNES<sup>4</sup>

<sup>1</sup> INIAV, Oeiras PORTUGAL [isabel.calha@iniav.pt](mailto:isabel.calha@iniav.pt)

<sup>2</sup> ESAS /IP Santarém, Santarém, PORTUGAL ; [joao.santos@esa.ipsantarem.pt](mailto:joao.santos@esa.ipsantarem.pt) [artur.amaral@esa.ipsantarem.pt](mailto:artur.amaral@esa.ipsantarem.pt)

<sup>3</sup> TORRIBA Almeirim, PORTUGAL; [j cachado@torriba.pt](mailto:jcachado@torriba.pt); <sup>4</sup> COTHN, Alcobaça PORTUGAL [ana.paula@cothn.pt](mailto:ana.paula@cothn.pt)

## INTRODUCTION

Processing tomatoes are important to the Portuguese agricultural economy. Recently, branched broomrape (*Phelipanche ramosa*; Orobanchaceae), one of the most potentially damaging pests of tomato was registered in Ribatejo. This region accounts for over 90% of the 1.5 million tons of tomatoes grown in Portugal (INE, 2021). The inclusion of cover cropping in rotation during periods when cash crops are not grown is effective in increasing fertility and enhancing soil suppressiveness against soil-borne diseases and weeds. Cover crops provide toxic substances (allelochemicals) preventing the germination of weed seeds and favouring the growth of antagonists (Schappert *et al.*, 2016; Fernández-Aparicio *et al.*, 2016). Therefore the aim of this study was to evaluate the effect of selected cover crops for the control of branched broomrape in transplanted tomato.

## MATERIAL AND METHODS

The study was carried out during autumn 2020 and summer 2021 in a greenhouse located in INIAV campus in Oeiras (38° 41' N; 9° 18' W) using soil (coluviosol; pH 7.6; OM 2 %) collected from a field located in Golegã (central Portugal) previously cultivated with potato and maize where branched broomrape was absent. The trial was laid out in a randomized – block design of six treatments with 20 replications. Cover crops were selected as two trap crops (*Linum usitanissimum* and *Pisum sativum*), one mycorrhizal Poaceae (*Lolium rigidum*) and a species mixture of Fabaceae x Poaceae (Consociation of *Lolium multiflorum* with *Trifolium* spp.). *Phelipanche ramosa* seeds (0,02 g, circa 3000 seeds) were sown on the 27<sup>th</sup> November, in every treatment except Absolute control (TA). The efficacy of cover cropping was assessed from June till August 2021 in a weekly basis as follows observation of roots with a magnifier and counting number of parasited roots, tubercles and subterranean stems of *P. ramosa*. Growing Degree Days (GDD) were calculated based on air temperatura. Analysis of variance and treatment means were separated by using Duncan test at p=0.05 level (R Core team, 2002).



Cover crops - sowing: 02-12-20 cuttings: 28-12-20/14-01-21/19/02/2021  
LI-FLAX E-PEA CC-Cover-crop mixture Lo-RYEGRASS T - Control



TOMATO 'H1015' transplanted 70 days after the last cover crop cut  
LI-FLAX E-PEA CC-Cover-crop mixture LO-RYEGRASS T - CONTROL

## RESULTS AND DISCUSSION



Figure 1 Tomato plants infected with *P. ramosa* after different cover cropping  
Details of tubercles root parasitism

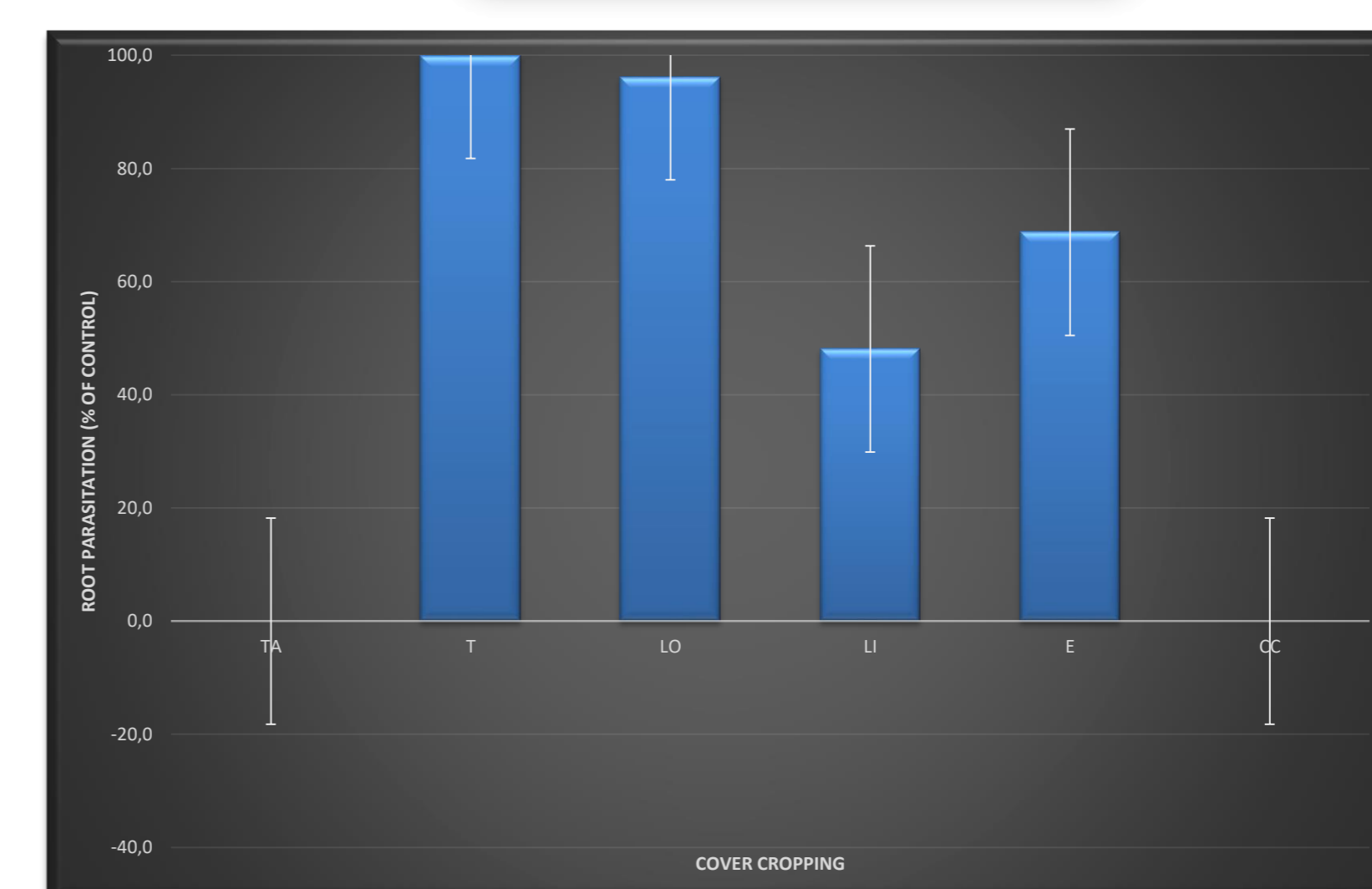
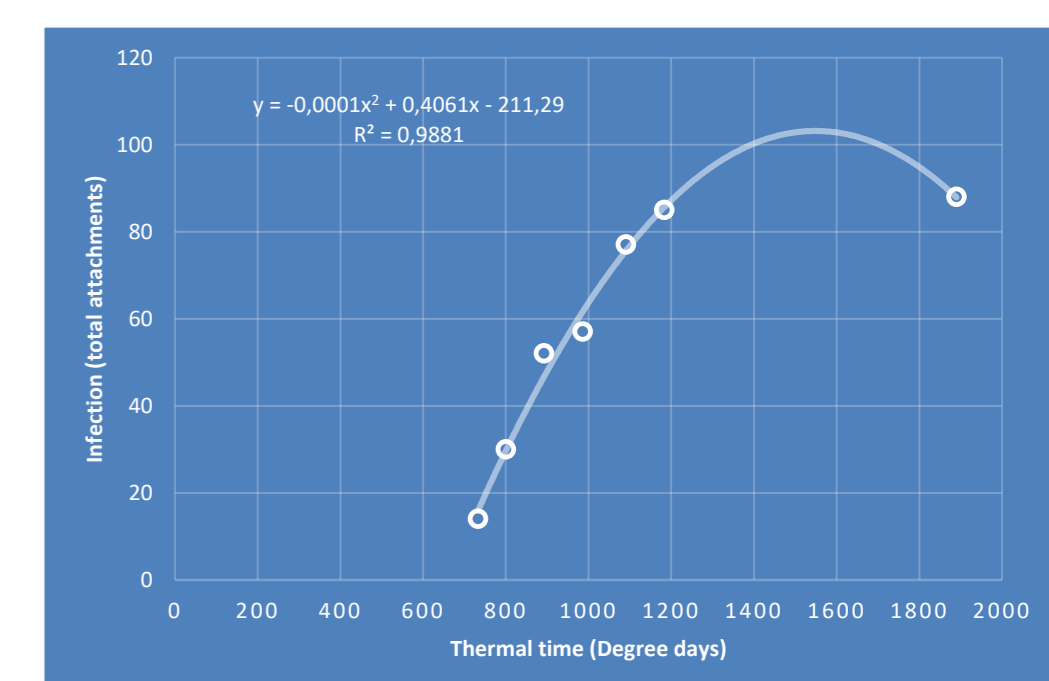


Figure 2 – Number of tomato plants parasitized with *P. ramosa* (percentage of control)



$$GDD = \sum [(T_{max} + T_{min}) / 2 - T_{base}]$$

T<sub>b</sub> = 10 °C

The number of branched broomrape tubercles ranged from zero to seven per tomato plant. Until July the maximum number of 20 parasited plants were registered in control (no cover-cropping) and the minimum of zero in the Consociation (mixture of Fabaceae x Poaceae). The other crops reduced tomato parasitism from 20 % to 63 %, compared to control (figure 2).

Plant fresh weight of tomato plants ranged between 8.6 g and 28.0 g between the first and the last observation, for all treatments. At the last date of observation, the fresh weight was not very different between cover cropping treatments except for Consociation where tomato plants were smaller.

## CONCLUSION

The most effective cover cropping was the mixture of Fabaceae and Poaceae (Consociation of *Lolium multiflorum* with *Trifolium* spp.) that was well adapted for the condition of Ribatejo tomato fields in Tagus valley, Portugal. Fabaceae species are known for their great potential for broomrape control. Fabaceae combinations with Poaceae increased resilience against adverse weather conditions, an advantage to achieving efficient weed control over a long-term period.

**Acknowledgements** This study was partially financially supported by the programme PDR2020, Project HORTINF-101-030854. The authors would like to thank Paula Brito for the maintenance of the assay in the greenhouse.

**References** Ephrath *et al.* (2012). *Weed Science*, 60:57–63; Fernández-Aparicio *et al.* (2016). *Frontiers in Plant Science*, 7 | Article 135; INE (2021). *Boletim Mensal da Agricultura e Pesca*; Qasem (2019). *Crop Protection* 120 (2019) 75–83; Kebrab & Murdoch (1999). *J. Exp. Bot.* 50:211–219. McMaster & Wilhelm (1997). *J. Exp. Bot.* 50:211–219; Osipitan *et al.* (2021). Online: <https://doi.org/10.3733/ca.2021a0012>; Pérez-De-Luque *et al.* (2016). *Front. Plant Sci.* 7:1910. doi: 10.3389/fpls.2016.01910; R Core Team (2021). <http://www.R-project.org>; Schappert *et al.* (2019). *Agronomy* 2019, 9, 294; doi:10.3390/agronomy9060294; Van Der Ploeg & Heuvelink (2005). *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 80(6):652–659.

