



# CONTROL DE *Leptochloa* EN ARROZALES DE LA ALBUFERA VALENCIANA

MÁSTER EN INGENIERÍA AGRONÓMICA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL

CURSO 2016/2017

AUTOR (Alumno): D. JUAN MANUEL GARCÍA RODRÍGUEZ

TUTOR (Profesor): D. JOSE MARÍA OSCA LLUCH  
COTUTOR (Técnico): Dña. VERÓNICA DE LUCA FABRA

LUGAR Y FECHA: VALENCIA, JULIO DE 2017

# CONTROL DE *Leptochloa* EN ARROZALES DE LA ALBUFERA VALENCIANA

## RESUMEN

Desde hace años, la problemática de las malas hierbas en el cultivo del arroz en la Albufera valenciana y alrededores se ha visto acrecentada debido, entre otros factores, a la falta de eficacia de los tratamientos herbicidas que se realizan, bien por aplicaciones inadecuadas o por aumento de tolerancia con el paso de las generaciones. Si a esto se le suma la enorme facilidad de dispersión de las semillas y la aparición de nuevas malas hierbas que promueven la competencia con el cultivo, se llega a una situación de inestabilidad que acaba suponiendo una de las mayores preocupaciones de los agricultores de la zona y de los productores del sector.

El género *Leptochloa* es una de las principales malas hierbas de reciente introducción que afecta a este cultivo y será el objeto del presente estudio, en el que se han ensayado distintas materias activas bajo condiciones controladas (invernadero) y en condiciones reales (ensayos de campo), con el fin de conocer los métodos o alternativas químicas más eficaces para su control.

En el ensayo de invernadero se han comparado nuevos herbicidas y herbicidas tradicionales, tanto de preemergencia como de postemergencia. Los resultados en el primer caso han sido positivos. Por el contrario, los resultados obtenidos en postemergencia han tenido menor eficacia, debido a la mayor tolerancia que mostraban las dos subespecies trabajadas: *Leptochloa fusca* (L.) Kunth subsp. *uninervia* (J. Presl) y *Leptochloa fusca* (L.) Kunth subsp. *fascicularis* (Lam.).

En el ensayo de campo, utilizando la variedad de arroz "J. Sendra", los resultados observados han sido más heterogéneos, especialmente en postemergencia. En este ensayo, también se han utilizado las dos subespecies del género *Leptochloa*.

**Palabras clave:** *Leptochloa*, malas hierbas, arroz, control químico, herbicidas.

AUTOR: D. Juan Manuel García Rodríguez

TUTOR: D. José M<sup>a</sup> Oisca Lluch

COTUTOR: Dña. Verónica de Luca Fabra

Valencia, julio de 2017

*Leptochloa* CONTROL IN PADDY FIELDS OF THE VALENCIAN  
ALBUFERA

*ABSTRACT*

For years, weeds in rice cultivation in the Albufera of Valencia have been increasing due to, among other factors, the lack of effectiveness of the herbicide treatments that are carried out, either by inadequate applications or by increased tolerance with the passing of generations. Add to this the enormous ease of dispersion of the seeds and the appearance of new weeds that promote competition with the crop, a situation of instability that ends up assuming one of the biggest concerns of the farmers of the zone and the producers of the sector.

The genus *Leptochloa* is one of the main newly introduced weeds that affects this crop and will be the object of the present study, in which different active substances have been tested under controlled conditions (greenhouse) and under real conditions (field trials), with the in order to know the most effective chemical methods or alternatives for its control.

In the greenhouse test, new herbicides and traditional herbicides, both preemergence and postemergence, have been compared. The results in the first case have been positive. On the contrary, the results obtained in postemergence have been less efficient, due to the greater tolerance of the two subspecies studied: *Leptochloa fusca* (L.) Kunth subsp. *uninervia* (J. Presl) and *Leptochloa fusca* (L.) Kunth subsp. *fascicularis* (Lam.).

In the field trial, using the “J. Sendra” rice variety and the two subspecies of the genus *Leptochloa*, the observed results have been more heterogeneous, especially in postemergence.

**Key words:** *Leptochloa*, weeds, rice, chemical control, herbicides.

AUTHOR: D. Juan Manuel García Rodríguez

TUTOR: D. José M<sup>a</sup> Oisca Lluch

THESIS ADVISOR: Dña. Verónica de Luca Fabra

Valencia, july 2017

Este Trabajo Final de Máster se realiza dentro del proyecto INIA de Investigación Fundamental Orientada titulado “Manejo integrado de infestaciones de *Echinochloa* y *Leptochloa* en arroz cultivado en inundación” (ref. RTA2014-00033-C03-02).

En colaboración a su vez con el Departamento de Sanidad Vegetal de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y del Medio Natural de la Universidad Politécnica de Valencia, con el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura CICYTEX, en calidad de Coordinador, la Universidad de Sevilla, el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) y el Instituto de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias de Navarra (INTIA).

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi cotutora, Dña. Verónica de Luca Fabra, y a mi tutor D. J. M<sup>a</sup> Osca Lluch, por ayudarme en la realización de este trabajo empleando su tiempo, esfuerzo y dedicación.

A todas esas personas, profesores y amigos, que han colaborado en el resto de mis logros académicos, animándome cada día y apoyándome en cada momento para lograr encauzar mi vida profesional a través de la vía del esfuerzo, el trabajo y la perseverancia.

A todos ellos, muchas gracias.

A mi hermano, por su apoyo incondicional desde la distancia...

Y, en especial, a mis abuelos, por darme la mejor madre que todo hijo puede tener.

## ÍNDICE GENERAL

<b>1.- INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1.- LAS MALAS HIERBAS EN EL CULTIVO DEL ARROZ .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2.- LA <i>Leptochloa</i> .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3.- LOS HERBICIDAS Y SU CONTEXTO .....</b>	<b>7</b>
<b>2.- OBJETIVOS.....</b>	<b>8</b>
<b>3.- MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>	<b>9</b>
<b>3.1.- ENSAYO DE INVERNADERO .....</b>	<b>9</b>
<b>3.2.- ENSAYO DE CAMPO .....</b>	<b>14</b>
<b>4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>21</b>
<b>4.1.- RESULTADOS DEL ENSAYO DE INVERNADERO .....</b>	<b>22</b>
<b>4.2.- RESULTADOS DEL ENSAYO DE CAMPO .....</b>	<b>27</b>
<b>5.- CONCLUSIONES .....</b>	<b>36</b>
<b>6.- BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>37</b>
<b>6.1.- WEBS CONSULTADAS.....</b>	<b>38</b>
<b>7.- ANEXO DE FIGURAS.....</b>	<b>39</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Detalle de la inflorescencia de <i>Leptochloa fusca uninervia</i> . .....	4
<b>Figura 2.</b> A: Aspecto general de <i>L. fusca fascicularis</i> . B: Detalle de la lígula en esta misma subespecie. ....	4
<b>Figura 3.</b> Detalle de las espiguillas en <i>Leptochloa fusca fascicularis</i> , tomada en Sevilla (izqda.) y <i>Leptochloa fusca uninervia</i> , tomada en Badajoz (dcha.). ....	5
<b>Figura 4.</b> Detalle de las diferencias entre las dos principales malas hierbas de este cultivo. ....	5
<b>Figura 5.</b> Detalle de tratamientos herbicidas empleados en preemergencia. ....	9
<b>Figura 6.</b> Preparación de semilleros con 50% de compuesto comercial y 50% de arena. ....	10
<b>Figura 7.</b> Detalle de la obtención de las alcuotas. ....	11
<b>Figura 8.</b> Semilleros con alcuotas, referenciados y colocados aleatoriamente para la posterior realización de los tratamientos. ....	11
<b>Figura 9.</b> Técnico aplicando el herbicida correspondiente a las bandejas del tercer tratamiento (clomazona 5,5% + pendimetalina 27,5%) bajo superficie cubierta. ....	12
<b>Figura 10.</b> Macetas biodegradables. Líneas LEFUN 16-30 etiquetadas de rosa, y LEFFA 16-134, etiquetadas de amarillo. ....	15
<b>Figura 11.</b> Parcela de ensayo. Detalle del diseño. ....	16
<b>Figura 12.</b> Distribución de las distintas líneas varietales de ambos géneros, tanto <i>Echinochloa</i> spp. (ECH) como <i>Leptochloa</i> spp. (LEFUN 16-30 y LEFFA 16-134). ....	16
<b>Figura 13.</b> Mapa de situación y localización del recinto de interés. ....	17
<b>Figura 14.</b> Organización de la parcela. Vista en planta. División en 4 grandes bloques con 11 subparcelas cada uno. 44 subparcelas tratadas en total. ....	18
<b>Figura 15.</b> Organización de los 44 tratamientos de la parcela, aleatorizados y agrupados en 4 bloques de 11 tratamientos cada uno, uno por cada subparcela. ....	19
<b>Figura 16.</b> Resultados de los tratamientos realizados sobre las diferentes líneas de <i>Leptochloa</i> . ....	22
<b>Figura 17.</b> Resultados de los tratamientos preemergencia, aleatorizados. ....	23
<b>Figura 18.</b> Detalle de la línea LEFFA Dow 14. ....	24
<b>Figura 19.</b> Detalle de la línea LEFFA 16-151. ....	25
<b>Figura 20.</b> Detalle de la línea 16-134. ....	26
<b>Figura 21.</b> Detalle de la diferencia en la profundidad de la lámina de agua en la parcela durante el ensayo. ....	27
<b>Figura 22.</b> Resultados de los tratamientos del ensayo de campo. ....	29
<b>Figura 23.</b> Subparcela 101 del bloque 1. Tratamiento preemergencia T4 (clom. 5,5% + pend. 27,5%). ....	31

<b>Figura 24.</b> A: ejemplar de <i>Mythimna unpuncta</i> , en su fase de oruga. B: planta de arroz visiblemente atacada por la oruga del lepidóptero..	.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura 25.</b> Preparación de la parcela para el ensayo. Surcos realizados con caballos y aperos de tiro.	.....	39
<b>Figura 26.</b> Parcela de ensayo una semana después del tratamiento postemergencia	.....	39
<b>Figura 27.</b> Géneros detectados una semana después del tratamiento postemergencia. A: <i>Cyperus rotundus</i> . B: <i>Ammania coccinea</i> . C: <i>Leptochloa fusca</i> . D: distintas subespecies del género <i>Echinochloa</i> . E: <i>Oryza sativa</i> (variedad J. Sendra).	.....	40
<b>Figura 28.</b> Estado de las distintas subparcelas cuatro semanas después de la entrada de agua al cultivo.	.....	40
<b>Figura 29.</b> Detalle del tratamiento T8 (bispiribac-Na 40,8%) en la parcela 108.	.....	41
<b>Figura 30.</b> Estado de la parcela a día 29/06/2017.	.....	41
<b>Figura 31.</b> Ejemplar de <i>Mythimna unpuncta</i> , en su fase de oruga	.....	42
<b>Figura 32.</b> Ejemplar de LEFFA 16-134 afectado por la materia activa del tratamiento T7, benzobicyclon 35,3% (GWN 10235)	.....	42
<b>Figura 33.</b> Ejemplar de <i>Leptochloa fusca fascicularis</i> (LEFFA 16-134)	.....	43

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Materias activas utilizadas en invernadero.	.....	9
<b>Tabla 2.</b> Sistema de puntuación propuesto por la EWRC (ensayo de invernadero).	.....	13
<b>Tabla 3.</b> Materias activas utilizadas en campo	.....	14
<b>Tabla 4.</b> Sistema de puntuación propuesto por la EWRC (ensayo de campo)	.....	20
<b>Tabla 5.</b> Resultados de los tratamientos del ensayo de invernadero realizados sobre las diez líneas de <i>Leptochloa</i> trabajadas.	.....	34
<b>Tabla 6.</b> Resultados de los tratamientos del ensayo de campo realizado sobre las líneas LEFFA 16-134 y LEFUN 16-30 y sobre los distintos géneros observados.	.....	34



# 1.- INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1.- LAS MALAS HIERBAS EN EL CULTIVO DEL ARROZ

Las malas hierbas son una de las principales causas de la falta de rendimiento en las tierras de cultivo, fomentando la competencia por el agua, los nutrientes del suelo y el espacio radicular. Estas son algunas de sus principales características, pero tienen multitud de efectos negativos secundarios, como la gran capacidad de dispersión a través de la maquinaria de cultivo o a través del viento, disminución de la calidad final del producto al mezclarse con el grano de interés y pasar al resto de procesos productivos, o la gran persistencia de las semillas en el terreno debido a su elevada capacidad de latencia y adaptabilidad.

Se considera mala hierba aquella planta o serie de plantas que crecen y se desarrollan en un lugar no deseado. Cobran especial importancia por ello en el mundo de la agricultura, la jardinería o el paisajismo. Se han extendido de manera global, asociadas a distintos tipos de cultivos y biológicamente están preparadas para ser muy competitivas.

Algunas malas hierbas son parásitas, como el jopo (*Orobancha hederæ*), aunque no todas ellas se consideran malas hierbas (algunas no perjudican a su hospedante), como es el caso de *Cytinus ruber*, parásita de una jara de flores blancas (*Cistus albidus*). Se suelen confundir con las plantas invasoras, sin embargo, éstas se relacionan con especies exóticas con gran capacidad de invasión, que llegan por distintos medios a un determinado hábitat o ecosistema, y que lo modifican por completo. Un ejemplo serían las distintas variedades de acacia (*Acacia dealbata*, *Acacia longifolia*), citadas por los autores Dana y col. (2004), en su estudio sobre las plantas invasoras en España.

La capacidad de infestación de las malas hierbas afecta a todo tipo de cultivos, y el arroz no iba a ser una excepción. El cultivo del arroz presenta una peculiaridad, y es que necesita, por lo general, estar saturado o parcialmente saturado de agua para su correcto desarrollo. En este contexto, se demuestra la capacidad de adaptación de estas plantas, que han logrado instaurarse, a través de las distintas generaciones, en un tipo de medio como es el de este cereal. Por ello, es preciso destacar la mayor complejidad en el manejo de las mismas, respecto a otros géneros de malas hierbas asociados a otro tipo de cultivos con sistemas de producción más tradicionales como es el caso, por ejemplo, de otros cereales, donde no es necesario controlar volúmenes de agua tan grandes de esta manera.

Las principales malas hierbas que afectan al cultivo del arroz en España, especialmente en el Mediterráneo, ascienden a cerca de 30 especies, protagonistas desde hace años, que se pueden clasificar en tres grandes grupos, tal y como consideran la Universidad de Sevilla y la Universidad Politécnica de Valencia:

- Gramíneas o poáceas: distintas especies de *Echinochloa* y *Leptochloa* (principales malas hierbas del cultivo) y otras especies de gramíneas que pertenecen a la misma familia que el arroz.
- Ciperáceas: familia también muy importante en este cultivo, que crece y se desarrolla en este tipo de condiciones (*Cyperus difformis*, *Scirpus maritimus*).
- Malas hierbas de hoja ancha: especies de diferentes familias, tanto dicotiledóneas como monocotiledóneas, anuales o perennes, que tienen un aspecto totalmente distinto al de las gramíneas y se engloban en esta clasificación. Se caracterizan por tener hojas con limbos más anchos.

Dentro de estos grupos, las más frecuentes son las distintas especies de *Echinochloa*, diversas especies de *Leptochloa*, formas espontáneas de arroz conocidas como “arroz salvaje” o “arroz rojo”, que corresponden a plantas de arroz distintas a las que se han cultivado, dando un grano de peor calidad y rendimiento en molino, que se mezcla con el grano de interés; otras especies como *Polypogon monspeliensi*, flora silvestre muy común que no causa demasiados problemas; y *Paspalum paspaloides* o similares, con mucha menor entidad como mala hierba, ya que no compiten de manera tan intensa con el cultivo, ni suponen tantos problemas como las distintas especies de *Echinochloa* y *Leptochloa*.

Todas ellas presentan unas características en común: germinan en primavera-verano y completan su ciclo vegetativo durante los meses estivales, están adaptadas en mayor o menor medida al medio acuático, presentan gran resistencia y capacidad de adaptación, son muy competitivas, persistentes e invasoras (sus semillas pueden mantener la capacidad germinativa durante varios años, y algunas germinan de forma escalonada para asegurar su nascencia), y sus características morfológicas son, en muchos casos, bastante similares a las del cultivo.

En este estudio, cobrará especial interés una de las gramíneas que está causando un mayor número de problemas debido a su biología y su difícil control, que ha aparecido hace realmente poco y que se está expandiendo de forma muy acelerada, especialmente por la zona del Mediterráneo, tal y como demostraron Osca y col. (2013). Se trata del género *Leptochloa*.

## 1.2.- LA *Leptochloa*

Se trata de una gramínea, conocida anteriormente como *Diplachne uninervia*, cada vez más extendida por los arrozales españoles, que cuenta ya con alrededor de 40 especies descritas en el mundo, dos de ellas en Europa y, de éstas, una descrita en España, con dos subespecies: *Leptochloa fusca uninervia*, conocida comúnmente como “cola americana”; descubierta tanto en el norte como en el sur de la península desde 1985 según Mayoral y col. (1991, 1993), y Conesa y col. (1995), citados en el estudio de Cortés y col. (2000), acerca de las especies del género *Leptochloa* como malas hierbas y su distribución en España.; y *Leptochloa fusca fascicularis*, cuya primera referencia fue en Extremadura en 1980, según estos mismos autores.

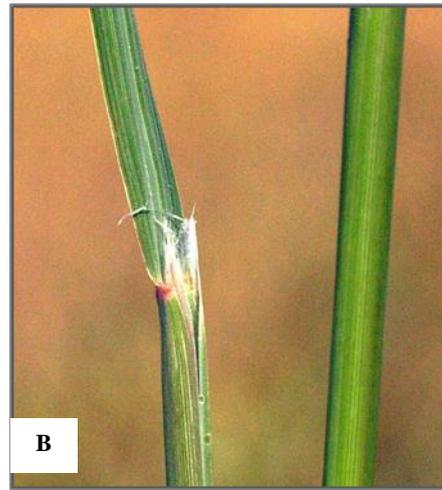
La segunda especie que afectaría a Europa sería la *Leptochloa chinensis*, descubierta recientemente en Italia, pero aún sin evidencias en España.

La *Leptochloa* es un género perteneciente a la familia *Poaceae*, que tiene un origen muy diverso. Se detectó en África, América y Australia, y su expansión está siendo muy rápida, instaurándose en los cultivos de las distintas partes del mundo. Es difícil de controlar desde sus estadíos más tempranos. Se trata de plantas anuales que una vez desarrolladas son muy difíciles de erradicar debido a su biología, entre otras cosas, por germinar de forma escalonada.

Se trata de una planta perteneciente a la subfamilia *Eragrostoideae*, que presenta tallos rectos, rígidos y delgados, que pueden llegar a medir hasta un metro y medio de altura, sobresaliendo por encima del arroz cuando éste ha alcanzado su máximo desarrollo. Al ser altas y delgadas, no tardan en encamarse, dando el aspecto característico de “cola” que le otorga el nombre. Son de color verde claro. Tal y como detalla el estudio del Departamento de Agricultura y Alimentación del Gobierno de Aragón (2008), presentan lígula membranosa de 2-4mm si son *Leptochloa fusca fascicularis* y no tendrían lígula de ningún tipo si son *Leptochloa fusca uninervia*. Tienen hojas alargadas (10-45cm) con un nervio central de color más claro. Las inflorescencias aparecen en primer lugar en el tallo principal, y posteriormente en los tallos secundarios, en forma de panícula laxa de 20 a 50cm de longitud. Las espigas constan de 9 a 12 flores que producen pequeñas semillas alargadas de 1,5mm de longitud. *Leptochloa fusca fascicularis* se distingue de *Leptochloa fusca uninervia* principalmente por sus espiguillas más aristadas, como se detallará a continuación. Las semillas de ambas especies maduran de forma progresiva y muy rápidamente, y caen sobre el terreno antes y durante la recolección del arroz, perpetuando la infestación en años sucesivos.

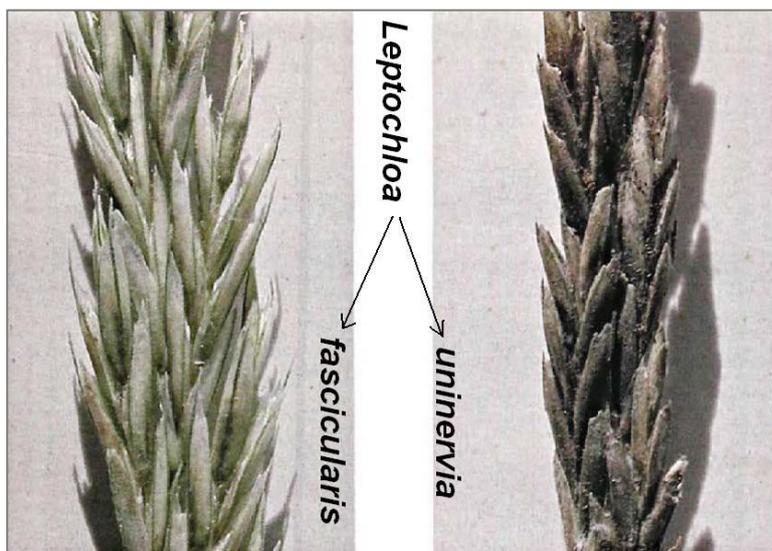


**Figura 1.** Detalle de la inflorescencia de *Leptochloa fusca uninervia*.  
Fotografía de José Quiles, tomada del portal [florasilvestre.es](http://florasilvestre.es)



**Figura 2.** **A:** Aspecto general de *L. fusca fascicularis*. **B:** Detalle de la lígula en esta misma subespecie. Imágenes obtenidas de Eured y la Universidad Pública de Navarra (2015), respectivamente.

Como se ha descrito, la inflorescencia de la *Leptochloa fusca* subsp. *uninervia* es más cerrada y tiene un aspecto más estrecho, debido al menor ángulo de las lemas que la forman, que están más juntas respecto al eje central. Además, estas lemas no tienen aristas y son ligeramente más gruesas y redondeadas. En la siguiente figura, se podrán apreciar esas diferencias con mayor nivel de detalle:



**Figura 3.** Detalle de las espiguillas en *Leptochloa fusca fascicularis*, tomada en Sevilla (izqda.) y *Leptochloa fusca uninervia*, tomada en Badajoz (dcha.). Fotografía tomada del estudio de Cortés y col. (2000).

Las lemas de la *Leptochloa fusca* subsp. *fascicularis*, por el contrario, presentan ángulos mayores debido a la mayor apertura respecto al eje central, lo que le otorga un mayor volumen. Además, son ligeramente más estrechas y esta vez sí terminan en aristas, de entre 0,5 y 5mm.

La diferenciación entre el género *Leptochloa* y el género *Echinochloa*, también presente en los ensayos, es más sencilla, debido a las distintas subfamilias a las que pertenece cada uno. El género *Echinochloa* pertenece a la subfamilia *Panicoideae* y su espiguilla es biflora, con una flor estéril y otra fértil, mientras que el género *Leptochloa* pertenece a la subfamilia *Eragrostoideae*, cuya espiguilla es multiflora y alargada.



**Figura 4.** Detalle de las diferencias entre las dos principales malas hierbas de este cultivo. Ilustración tomada de la Junta de Andalucía en su estudio sobre las malas hierbas en el arroz.

En cuanto a la fisiología de la *Leptochloa* son plantas que se desarrollan mayoritariamente en los márgenes de los campos de cultivo, donde disponen de la máxima humedad sin llegar a saturarse. Es en este punto donde germinan y desde donde empiezan a introducir sus semillas al interior de la parcela. Una vez instauradas en la misma, se desarrollan rápidamente. Compiten muy fuertemente con el cultivo y presentan un ciclo mucho más corto, produciendo gran cantidad de pequeñas semillas (de entre 1 y 1,5mm) para asegurar su persistencia en el terreno. Se dispersan con total facilidad debido a la capacidad de desarticulación de la espiguilla, que se produce con el mínimo movimiento o roce.

Los métodos de lucha frente a esta mala hierba se basan prioritariamente en la prevención. Se debe fomentar la utilización de semillas de arroz certificadas, limpiar lo máximo posible la maquinaria o herramientas de labor antes de introducirlas al terreno para evitar la contaminación cruzada con semillas del género, especialmente si se han detectado plantas en las parcelas vecinas, o aumentar la vigilancia de los márgenes del cultivo, donde suelen desarrollarse con mayor asiduidad. En el momento en el que la planta ya está instaurada en la parcela, se deben adoptar medidas de actuación, aunque se deben seguir realizando medidas preventivas para evitar un mayor desarrollo del género. En cuanto de las medidas de actuación, pueden ser manuales si el número de plantas lo permite. No obstante, y de manera general, el método más utilizado para actuar frente a esta mala hierba es el control químico, debido a su mayor eficacia y rapidez en los resultados.

### 1.3.- LOS HERBICIDAS Y SU CONTEXTO

La importancia de esta mala hierba está siendo tan creciente en un periodo de tiempo tan corto debido, en gran medida, a la mala utilización de herbicidas a los que se acaba adaptando. A principios de los años 60 se comenzó a usar el propanil como herbicida en los distintos arrozales del mundo, especialmente en Estados Unidos. Como consecuencia, estas especies se volvieron tolerantes tras el paso de las distintas generaciones, incrementando su presencia en las distintas zonas arroceras, como muestran en su estudio Cortés y col. (2000). Desde esos años, se comenzaron a utilizar de manera intensiva los herbicidas en campo como método de control de las malas hierbas. Se trataba del método más fácil, rápido y efectivo.

Hoy en día, a pesar de que el control de estas materias para uso en el terreno es cada vez mayor debido a los cambios que ha ido experimentando la actual normativa en referencia al medio ambiente, que fija las limitaciones en este ámbito (RD 1311/2012, del 14 de septiembre), los métodos o alternativas químicas siguen siendo una de las medidas más utilizadas por los agricultores de las distintas zonas arroceras de España. Esto es porque siguen siendo, sin duda, una de las vías más eficaces a la hora de controlar las malas hierbas y mantener los rendimientos del cultivo.

En *Leptochloa*, se han empleado distintas alternativas químicas desde su descubrimiento. En España, comenzaron a realizarse estudios más detallados y completos, especialmente en esta última década, donde ha experimentado una grandísima expansión tanto por el centro de la península como por la costa del Mediterráneo, tal y como muestra el estudio de Osca y col. (2013). Aún a día de hoy se están investigando el conjunto de materias activas más eficaces frente a este género, a las que no muestre ningún tipo de tolerancia.

## 2.- OBJETIVOS

El objetivo del presente estudio es conocer la eficacia de diferentes materias activas herbicidas, aplicadas en preemergencia y postemergencia, sobre el género *Leptochloa*, para obtener una serie de resultados que permitan determinar la alternativa o conjunto de alternativas químicas más eficaces para su control y erradicación en el cultivo del arroz en inundación de la Albufera de Valencia; con la finalidad de ayudar al sector y a los agricultores afectados, ya no sólo de esta importante zona arrocerá, sino también de las distintas zonas del mundo que presenten una serie de características similares a las aquí presentes.

Paralelamente, se pretende estudiar la posible fitotoxicidad de los distintos compuestos herbicidas utilizados sobre el género *Oryza sativa*, variedad “J. Sendra”.

### 3.- MATERIAL Y MÉTODOS

Se han realizado dos líneas de ensayos paralelas, una en invernadero, ubicado en la Universidad Politécnica de Valencia, y otra directamente en campo, en una parcela perteneciente al término Municipal de Catarroja, al noroeste del Parque Natural de la Albufera de Valencia.

#### 3.1.- ENSAYO DE INVERNADERO

El ensayo de invernadero se ha realizado bajo condiciones controladas, en un invernadero multicapilla de cristal con riego automático mediante aspersión, para mantener las condiciones idóneas de humedad que necesita el género *Leptochloa*. En este ensayo se ha investigado la eficacia de seis compuestos herbicidas. Tres se han aplicado en preemergencia y tres en postemergencia. Existirá como referencia una planta control o testigo sin tratar. Los compuestos herbicidas empleados y sus dosis han sido los siguientes:

Tabla 1. Materias activas utilizadas en invernadero.

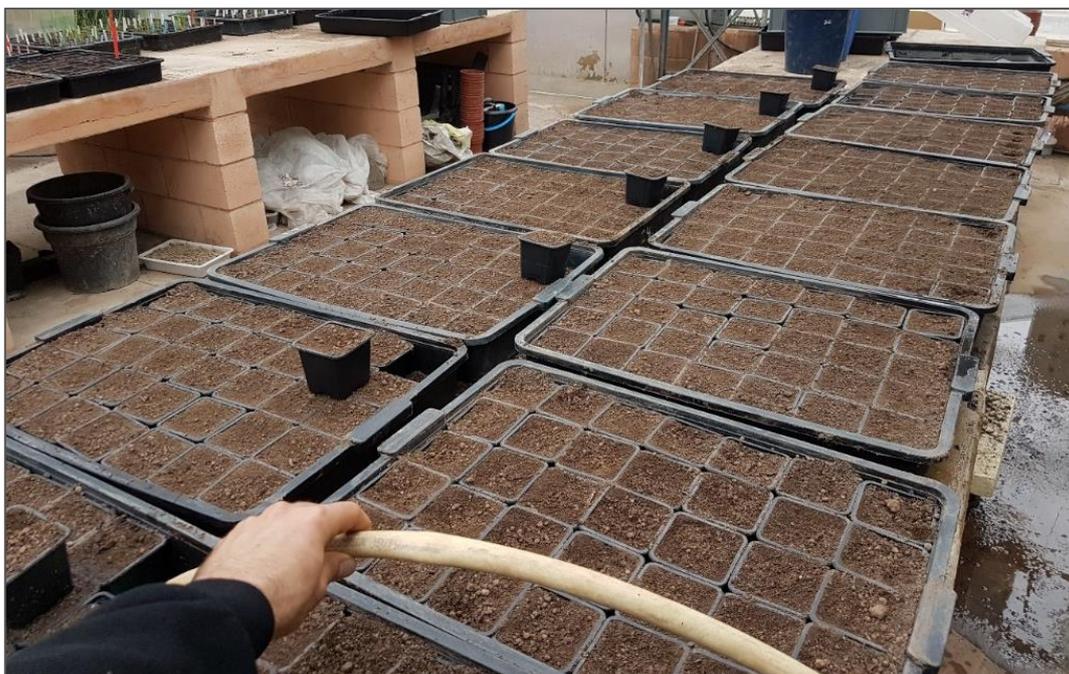
	TRATAMIENTO	MATERIA ACTIVA (P/V)	DOSIS EN UN VOLUMEN DE CALDO DE 300L/ha
	T1	Testigo sin tratar	0
PREEMERGENCIA	T2	Clomazona 30,9%	0,7 L/ha
	T3	Pendimetalina 33%	5 L/ha
	T4	Clomazona 5,5% + Pendimetalina 27,5%	2 L/ha
POSTEMERGENCIA	T5	Penoxsulam 2,04%	2 L/ha
	T6	Benzobicyclon 35,3%	0,75 L/ha
	T7	Bispiribac-Na 40,8%	0,075 L/ha



Figura 5. Detalle de tratamientos herbicidas empleados en preemergencia: clomazona 30,9%, Pend. 33% y Clom. 5,5% + Pend. 27,5% de izqda. a dcha. (T2, T3 y T4 respectivamente). Fotografía tomada el 21/04/2017.

Se han estudiado en el ensayo las dos subespecies del género *Leptochloa*: *L. fusca uninervia* (LEFUN) y *L. fusca fascicularis* (LEFFA). Sus semillas se han obtenido en 2016 de distintos campos de la Albufera donde se observó mayor nivel de infestación por parte de ambas subespecies. Se tomaron semillas de 5 parcelas diferentes con *Leptochloa fusca uninervia* (lo que constituirá 5 líneas de semillas de LEFUN), y semillas de otras 5 parcelas distintas infestadas de *Leptochloa fusca fascicularis* (lo que constituirá otras 5 líneas de semillas de LEFFA), en referencia al estudio de Estellés y col. (2011). Se han obtenido, de esta manera, distintas líneas de semillas pertenecientes a las dos subespecies de *Leptochloa*. Estas semillas han permanecido desde su obtención en latencia hasta tres meses antes del ensayo, donde se las ha sometido a un proceso de escarificación durante ese tiempo para obtener un mayor y mejor grado de respuesta en la germinación. Este proceso se describe en el material y métodos del estudio de Gómez De Barreda y col. (2011).

El diseño del ensayo ha constado de 3 repeticiones por cada tratamiento, esto es, 3 repeticiones por cada 10 líneas con ambas subespecies de *Leptochloa* (5 líneas de LEFFA y 5 líneas de LEFUN), incluido el control o testigo. Para ello, se han preparado 7 bandejas de plástico de 0,9m x 0,5m x 0,10m con 30 contenedores de 7cm x 7cm x 7cm en cada una. En la siguiente fotografía se muestran las bandejas preparadas con los contenedores, rellenos con un compuesto comercial de sustrato a base de turba negra, turba rubia y fibra de coco; y con arena común a partes iguales (50/50).



**Figura 6.** Preparación de contenedores con 50% de sustrato compuesto y 50% de arena. Se riegan para preparar una base óptima de humedad para la planta. Fotografía tomada el 19/04/2017.

En los semilleros se han colocado alícuotas de 5g aproximadamente. Las alícuotas son pequeñas cantidades de tierra estéril húmeda mezclada con semilla de la subespecie deseada. Para su elaboración, se preparan pequeñas bolsas permeables con 0,3g de semilla y 150g de tierra estéril, lo cual evitará la contaminación cruzada con otro tipo de semillas. Esta mezcla de tierra y material vegetal se extiende en una superficie plana y se le da una forma rectangular para poder dividirla en cuadrículas lo más simétricas posibles. Estas cuadrículas son las alícuotas:



**Figura 7.** Detalle de la obtención de las alícuotas: 150g de tierra estéril + semillas de *Leptochloa* de la línea varietal deseada divididas en 30 alícuotas de 5g cada una aprox. Fotografía tomada el 21/04/2017.

Una vez obtenidas, se sembraron en los contenedores previamente humidificadas:



**Figura 8.** Contenedores con alícuotas, referenciados y colocados aleatoriamente para la posterior realización de los tratamientos. Fotografía tomada el 21/04/2017.

Tras haber añadido las alícuotas a cada contenedor, se etiquetaron según la línea de la subespecie trabajada. Se han utilizado etiquetas rosas y blancas en el caso de las líneas de semillas pertenecientes a LEFFA y etiquetas amarillas y azules en las líneas de semillas pertenecientes a LEFUN. Posteriormente se han aleatorizado los contenedores para la realización de los tratamientos herbicidas, disminuyendo el margen de error durante los mismos. Tras haber aleatorizado las muestras y haber realizado los tratamientos pertinentes, se volvieron a colocar en orden para la evaluación de los resultados que tuvo lugar las semanas posteriores. Los tres primeros tratamientos (T2, T3 y T4), se realizaron en preemergencia, conforme se terminaron de preparar los contenedores. Los tres tratamientos restantes (T5, T6 y T7) se realizaron en postemergencia, esto es, entre 2 y 3 semanas después aproximadamente, cuando brotaron las plantas y tenían entre 1-2 hojas. Los tratamientos se han realizado bajo cubierta por mayor seguridad. Se realizan con una máquina pulverizadora accionada por una bombona de O<sub>2</sub> a presión.



**Figura 9.** Técnico aplicando el herbicida correspondiente a las bandejas del tercer tratamiento (clomazona 5,5% + pendimetalina 27,5%) bajo superficie cubierta. Fotografía tomada el 21/04/2017.

Los tratamientos preemergencia se realizaron el 21 de abril de 2017, dos días después de la siembra en los contenedores. Tras la aplicación, se fue realizando un seguimiento de los resultados, que constó de un análisis *de visu*, dos veces por semana, y una valoración exhaustiva final a las tres semanas del tratamiento. El 12 de mayo se realizó, por lo tanto, la última valoración.

El 08 de mayo, se realizaron los tratamientos postemergencia, cuando las plantas tenían de media entre 1-2 hojas, aunque algunas ya habían desarrollado hasta la cuarta. Del mismo modo, se fueron realizando valoraciones y el 29 de ese mismo mes se realizó la valoración final.

En estas últimas valoraciones, se midieron la altura y peso de las plantas para clasificar la eficacia de los tratamientos según la escala de la EWRC (*European Weed Research Council*):

**Tabla 2.** Sistema de puntuación propuesto por la *European Weed Research Council* (escala EWRC)

ESCALA EWRC	Eficacia (%)	Juicio del efecto sobre malas hierbas
1	100	Excelente
2	97,5 - 99,9	Muy bueno
3	95 - 97,4	Bueno
4	90 - 94,9	Satisfactorio
5	85 - 89,9	Suficiente
6	75 - 84,9	Escaso
7	65 - 74,9	Insuficiente
8	32,5 - 64,9	Malo
9	0 - 32,4	Nulo

Donde “1” sería eficacia absoluta del tratamiento (100% eficaz) y “9” sería eficacia nula del tratamiento (plantas igual o similar a las plantas control, a las que se asignaría este valor por defecto).

El rango de valores de la escala varía según el porcentaje de eficacia demostrado por el tratamiento. Este porcentaje se puede obtener en función a diversos parámetros de entrada (en este caso, los mencionados anteriormente: altura y peso de las plantas), aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Eficacia (\%)} = \left( \frac{\text{Testigo} - \text{tratado}}{\text{Testigo}} \right) \times 100$$

Tras medir estos parámetros, se realizó la mediana por cada línea de cada tratamiento en función a las plantas control y se les atribuyó el valor correspondiente, determinando el grado de eficacia de cada materia activa sobre las distintas líneas de malas hierbas.

### 3.2.- ENSAYO DE CAMPO

El ensayo de campo se ha realizado en una parcela de 2.025m<sup>2</sup> próxima al término municipal de Catarroja. Se ha compartido este ensayo con un estudio que ha realizado de forma paralela la Universidad Politécnica de Valencia acerca del género *Echinochloa*, bajo las mismas condiciones y bajo las mismas materias activas utilizadas en este estudio. Se ha considerado interesante trabajar en la misma parcela los dos géneros de malas hierbas más representativos en el arroz. No obstante, no se considerarán los resultados del género *Echinochloa*. Sólo se considerará la que haya germinado de forma natural en el ensayo.

Los compuestos empleados han sido los siguientes:

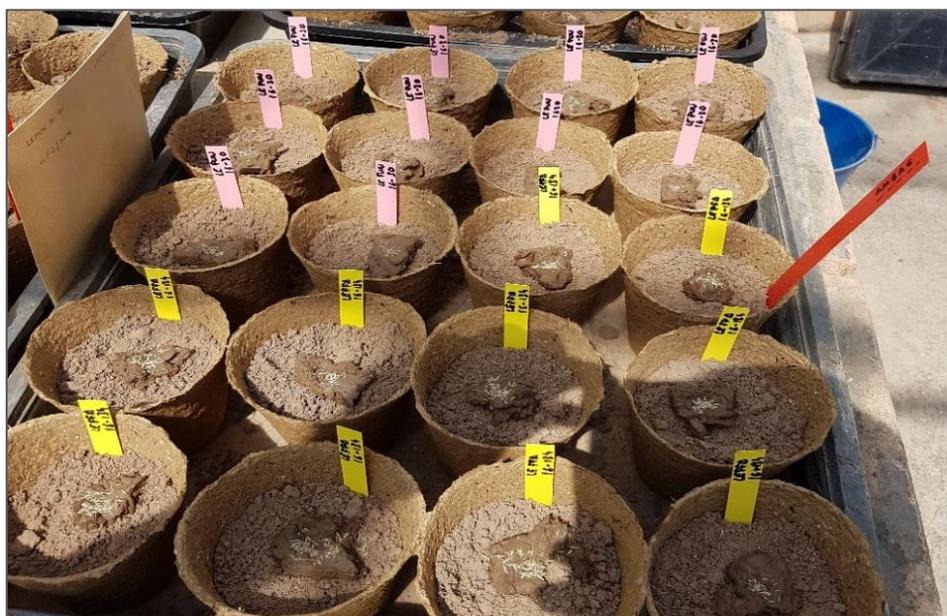
Tabla 3. Materias activas utilizadas en campo

	TRATAMIENTO	MATERIA ACTIVA (P/V)	DOSIS EN UN VOLUMEN DE CALDO DE 300L/ha
	T1	Testigo sin tratar	0
PREEMERGENCIA	T2	Clomazona 30,9%	0,5 L/ha
	T3	Pendimetalina 33%	5 L/ha
	T4	Clomazona 5,5% + Pendimetalina 27,5%	2,5 L/ha
	T5	Clomazona 18,5% + Pendimetalina 13,7%	2,5 + 0,5 L/ha
POSTEMERGENCIA	T6	Penoxsulam 2,04%	2 L/ha
	T7	Benzobicyclon 35,3%	0,8 L/ha
	T8	Bispiribac-Na 40,8%	0,075 + 0,6 L/ha
	T9	Penoxulam 1,33% + Cihalofop-Butil 10%	3 L/ha
	T10	Cihalofop-Butilo 20%	1,5 L/ha
	T11	Profoxidim 20%	0,75 L/ha

El diseño de este ensayo consta de 4 repeticiones aleatorias por cada tratamiento, lo que supone un total de 44 tratamientos, que se realizarán directamente en la parcela. Para ello, se prepararon 5 bandejas de las mismas dimensiones que las utilizadas en invernadero con 20 contenedores biodegradables en cada una, donde se pondrán alícuotas que previamente se habrán preparado en el laboratorio, de la misma manera que se realizó en el experimento anterior.

Para este ensayo tan sólo se utilizaron dos líneas de *Leptochloa*, una línea de la subespecie *L. fusca fascicularis* (LEFFA 16-134) y una línea de la subespecie *L. fusca uninervia* (LEFUN 16-30). Los números simplemente responden a una forma interna de clasificación, haciendo referencia a la parcela de la cual se obtuvieron las semillas, al igual que se ha descrito en el ensayo de invernadero, siguiendo la metodología de Estellés y col. (2011). La línea LEFUN 16-30 se tomó en una parcela de la localidad de Sueca, y la línea LEFFA 16-134 se tomó en una parcela de la localidad de Sollana, ambas en Valencia el día 09/09/2016.

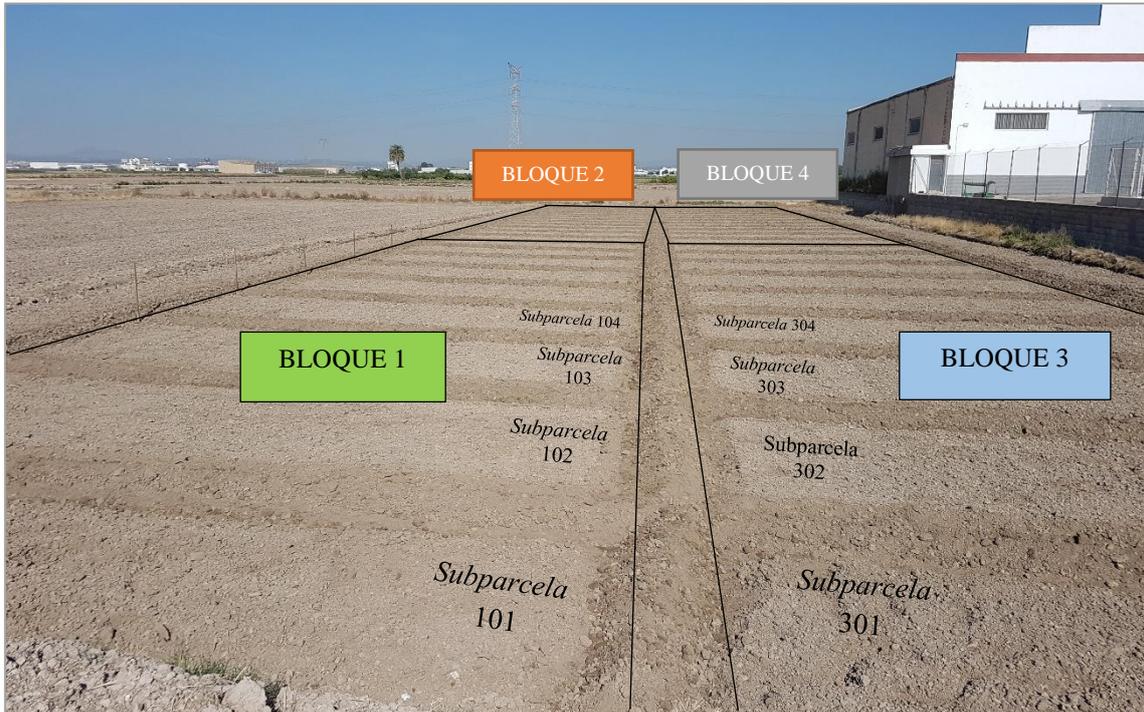
Respecto a las alícuotas utilizadas, se obtuvieron del mismo modo que en el ensayo de invernadero, tras mezclar 150g de tierra estéril con 0,3g de semilla previamente escarificada, tal y como dicta el material y métodos de Gómez y col. (2011). La diferencia en este caso, residía en que se añadió a cada alícuota entre 10 y 20 semillas más de la línea trabajada para asegurar la máxima nascencia en campo y evitar posibles errores de germinación.



**Figura 10.** Contenedores biodegradables. Líneas LEFUN 16-30 etiquetadas de rosa, y LEFFA 16-134, etiquetadas de amarillo. Fotografía tomada el 08/05/2017.

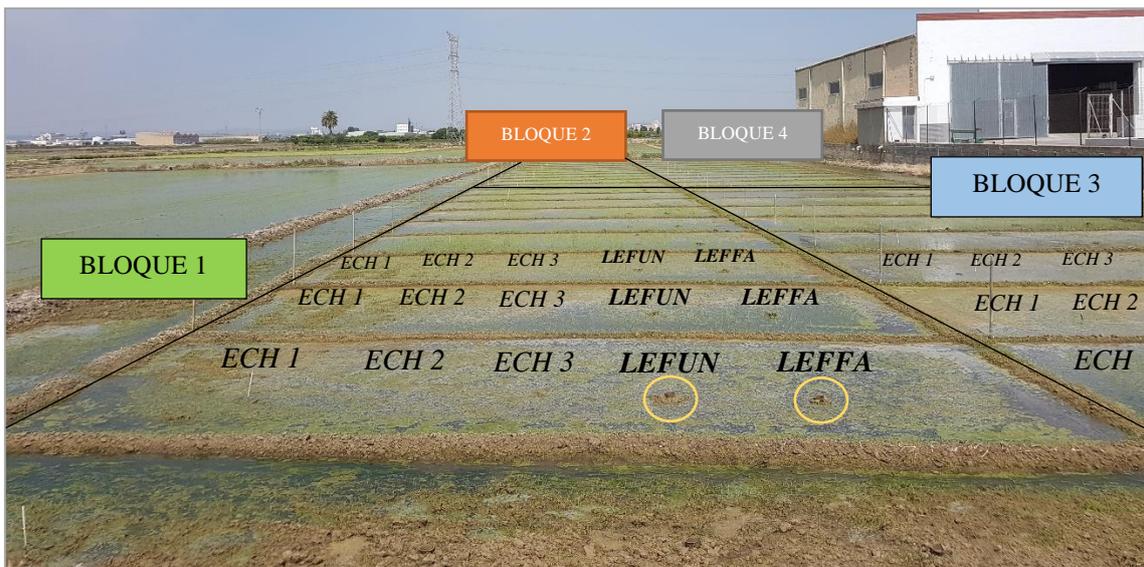
Una vez preparado el material de campo (contenedores con alícuotas), se trasladó a la parcela para su siembra directa.

Previamente a la llegada del material, se trabajó la parcela mediante aperos arrastrados por caballos. Se formaron los caballones que la dividían en 4 grandes bloques con 11 subparcelas elementales de 9m de largo x 1,9m de ancho en cada uno, lo que suponía un total de 44 subparcelas. En cada una se realizaron 5 pequeños surcos, donde se colocaron los contenedores. En los tres primeros, de izquierda a derecha, se colocarían las distintas líneas del género *Echinochloa* spp. (ECH1, ECH2 y ECH3), que también formaron parte de este ensayo. En los dos últimos surcos de la derecha, se colocaron los maceteros con las semillas del género *Leptochloa* (LEFUN 16-30 y LEFFA 16-134). La siguiente fotografía, muestra el diseño empleado en la parcela para la organización de las 4 repeticiones de los 11 tratamientos herbicidas, 4 en preemergencia, 6 en postemergencia y 1 control o testigo sin tratar a modo de referencia. La vista es en dirección sureste-noroeste:



**Figura 11.** Parcela de ensayo. Detalle del diseño. División en 44 subparcelas elementales, 11 por cada bloque. Fotografía tomada el 15/05/2017.

A continuación, se muestra la distribución de los géneros y líneas objeto del ensayo por cada subparcela elemental. Esta fotografía fue tomada una semana después del tratamiento postemergencia. Se observa el detalle de la *Leptochloa*, cuyo macetero se sembró en un pequeño montículo de tierra para evitar la saturación de la semilla por el agua y facilitar su germinación:



**Figura 12.** Distribución de las distintas líneas varietales de ambos géneros, tanto *Echinochloa* (ECH) como *Leptochloa* (LEFUN 16-30 y LEFFA 16-134). Fotografía tomada el 15/05/2017.

El plano de situación y localización de la parcela, situada al sureste del término municipal de Catarroja y al norte del Parque Nacional de la Albufera valenciana, es el siguiente:



**Figura 13.** Mapa de situación y localización del recinto de interés. Parcela de 2.025m<sup>2</sup>, ubicada al suroeste de la capital de Valencia, lindando al noroeste con el Parque Natural de la Albufera valenciana. Fuente de la imagen principal: Miguillen, para *Wikimedia commons*. Imágenes de satélites secundarias obtenidas del visor SIGPAC a día 27/06/2017.

El siguiente esquema corresponde al diseño y organización de la parcela que se empleó en el ensayo de campo:

411	410	409	408	407	406	405	404	403	402	401	311	310	309	308	307	306	305	304	303	302	301			
LEFFA	LEFFA	LEFFA	LEFFA	LEFFA	LEFFA	LEFFA	LEFFA	LEFFA	LEFFA	LEFFA	LEFFA	LEFFA	LEFFA	LEFFA	LEFFA	LEFFA	LEFFA	LEFFA	LEFFA	LEFFA	LEFFA	LEFFA	ENTRADA	
LEFUN	LEFUN	BLOQUE 4. Se dividirá en 11 subparcelas (de la subparcela 401 a la subparcela 411)								LEFUN	LEFUN	LEFUN	LEFUN	BLOQUE 3. Se dividirá en 11 subparcelas (de la subparcela 301 a la subparcela 311)								LEFUN		LEFUN
ECH3	ECH3									ECH3	ECH3	ECH3	ECH3									ECH3		ECH3
ECH2	ECH2									ECH2	ECH2	ECH2	ECH2									ECH2		ECH2
ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1		ECH1
LEFFA	LEFFA	BLOQUE 2. Se dividirá en 11 subparcelas (de la subparcela 201 a la subparcela 211)								LEFFA	LEFFA	LEFFA	LEFFA	LEFFA	LEFFA	LEFFA	LEFFA	LEFFA	LEFFA	LEFFA	LEFFA	LEFFA	LEFFA	ENTRADA
LEFUN	LEFUN									LEFUN	LEFUN	LEFUN	LEFUN	BLOQUE 1. Se dividirá en 11 subparcelas (de la subparcela 101 a la subparcela 111)								LEFUN	LEFUN	
ECH3	ECH3									ECH3	ECH3	ECH3	ECH3									ECH3	ECH3	
ECH2	ECH2									ECH2	ECH2	ECH2	ECH2									ECH2	ECH2	
ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	ECH1	
211	210	209	208	207	206	205	204	203	202	201	111	110	109	108	107	106	105	104	103	102	101			

**Figura 14.** Organización de la parcela. Vista en planta. División en 4 grandes bloques con 11 subparcelas cada uno. 44 subparcelas tratadas en total. LEFFA: línea 16-134 de *L. fusca fascicularis*. LEFUN: línea 16-30 de *L. fusca uninervia*.

Los contenedores de *Echinochloa* se sembraron en el surco previamente preparado, a ras de suelo. Los del género *Leptochloa*, sin embargo, se colocaron sobre un pequeño montículo de tierra para evitar que las semillas de las alícuotas quedasen saturadas de agua cuando se llenaran las parcelas. Se ha comprobado que a este género le influye negativamente una mayor altura en la lámina de agua en el momento de la germinación, ya que las semillas quedan saturadas y permanecen latentes. De nuevo el estudio de Gómez De Barreda y col. (2011), demuestra esta relación, inversamente proporcional, entre el nivel de la lámina de agua bajo la que se encuentra la semilla y su capacidad germinativa. Esto además podría explicar su mayor índice de germinación en los bordes o caballones de las parcelas, desde los cuales se desarrolla para comenzar a reproducirse, esparciendo sus semillas por los alrededores.

411	410	409	408	407	406	405	404	403	402	401	311	310	309	308	307	306	305	304	303	302	301
T5: Clom. 5,5% + Pend. 27,5%	T10: Cihalofofop-	T7: Benzobicyclon 35,3%	T9: Penox. 1,33% + Cihal. 10%	T8: Bispiribac- Na 40,8%	T1: Control (testigo sin tratar)	T2: Clomazona 30,9%	T6: Penoxulam	T11: Profoxidim 20%	T3: Pendimetalina 33%	T5: Clom. 18,5% + Pend. 13,7%	T8: Bispiribac- Na 40,8%	T9: Penox. 1,33% + Cihal. 10%	T3: Pendimetalina 33%	T10: Cihalofofop- Butilo 20%	T7: Benzobicyclon 35,3%	T11: Profoxidim 20%	T5: Clom. 5,5% + Pend. 27,5%	T5: Clom. 18,5% + Pend. 13,7%	T1: Control (testigo sin tratar)	T6: Penoxulam	T2: Clomazona 30,9%
T11: Profoxidim 20%	T3: Pendimetalina 33%	T1: Control (testigo sin tratar)	T5: Clom. 5,5% + Pend. 27,5%	T5: Clom. 18,5% + Pend. 13,7%	T2: Clomazona 30,9%	T6: Penoxulam	T8: Bispiribac- Na 40,8%	T9: Penox. 1,33% + Cihal. 10%	T7: Benzobicyclon 35,3%	T10: Cihalofofop-	T9: Penox. 1,33% + Cihal. 10%	T1: Control (testigo sin tratar)	T6: Penoxulam	T8: Bispiribac- Na 40,8%	T7: Benzobicyclon 35,3%	T5: Clom. 18,5% + Pend. 13,7%	T2: Clomazona 30,9%	T10: Cihalofofop-	T11: Profoxidim 20%	T3: Pendimetalina 33%	T5: Clom. 5,5% + Pend. 27,5%
211	210	209	208	207	206	205	204	203	202	201	111	110	109	108	107	106	105	104	103	102	101

Figura 15. Organización de los 44 tratamientos de la parcela, aleatorizados y agrupados en 4 bloques de 11 tratamientos cada uno (uno por cada subparcela).

Estos serían los tratamientos realizados en campo de manera totalmente aleatoria. Los tratamientos fueron realizados por los técnicos de *SYNTECH*, equipo de investigación con el que se realiza el estudio.

Los tratamientos preemergencia (T2-T5) se realizaron antes de que entrase el agua a la parcela. Este momento se decide por convenio cada año a través de la comunidad de regantes. Aproximadamente dos semanas después del tratamiento y la entrada de agua, y una vez habían germinado los distintos géneros, que tenían entre 1 y 2 hojas, se realizaron los tratamientos en postemergencia (T6-T11).

Tras la realización de los tratamientos, se realizaron visitas semanales a campo, en las que se determinaron y caracterizaron los siguientes parámetros:

- Estado general del arroz: altura, densidad y vigor de las plantas, % de cobertura (superficie de la subparcela ocupada por el cultivo).
- Presencia de malas hierbas: géneros de otras malas hierbas y su nivel de infestación.
- Estado de malas hierbas: altura, densidad y vigor de los distintos géneros detectados, % de cobertura respecto al arroz.
- Efectos fitotóxicos de los distintos compuestos: análisis *in situ* de los efectos sobre las distintas malas hierbas. Posible fitotoxicidad sobre el cultivo.
- Posibles observaciones: tales como desniveles en la lámina de agua, estado de las distintas variables, presencia de presión biológica...

Tras realizar las pertinentes valoraciones, se utilizó, de nuevo, el sistema de clasificación propuesto por la EWRC para la determinación de la eficacia de los distintos tratamientos, en el que también se consideró el % de cobertura de los distintos géneros de malas hierbas:

**Tabla 4.** Sistema de puntuación propuesto por la European Weed Research Council (escala EWRC)

ESCALA EWRC	Eficacia (%)	Cobertura de las malas hierbas (%)	Juicio del efecto sobre malas hierbas
1	100	0	Excelente
2	98 - 99,9	0,1 - 2	Muy bueno
3	95 - 97,9	2,1 - 5	Bueno
4	90 - 94,9	5,1 - 10	Satisfactorio
5	82 - 89,9	10,1 - 18	Suficiente
6	70 - 81,9	18,1 - 30	Escaso
7	55 - 69,9	30,1 - 45	Insuficiente
8	30 - 54,9	45,1 - 70	Malo
9	0 - 29,9	70,1 - 100	Nulo

Donde “1” sería eficacia absoluta del tratamiento (100% eficaz) y “9” sería eficacia nula del tratamiento (plantas igual o similar a las plantas control, a las que se asignaría este valor por defecto).

Se gestionaron los datos tomados en cada valoración de campo para cada tratamiento y se realizó la mediana con el fin de obtener el valor más representativo para cada bloque de repeticiones, en el que se midió el vigor de las plantas (altura y peso) y la densidad o nº plantas/superficie (para determinar el % de cobertura).

#### **4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

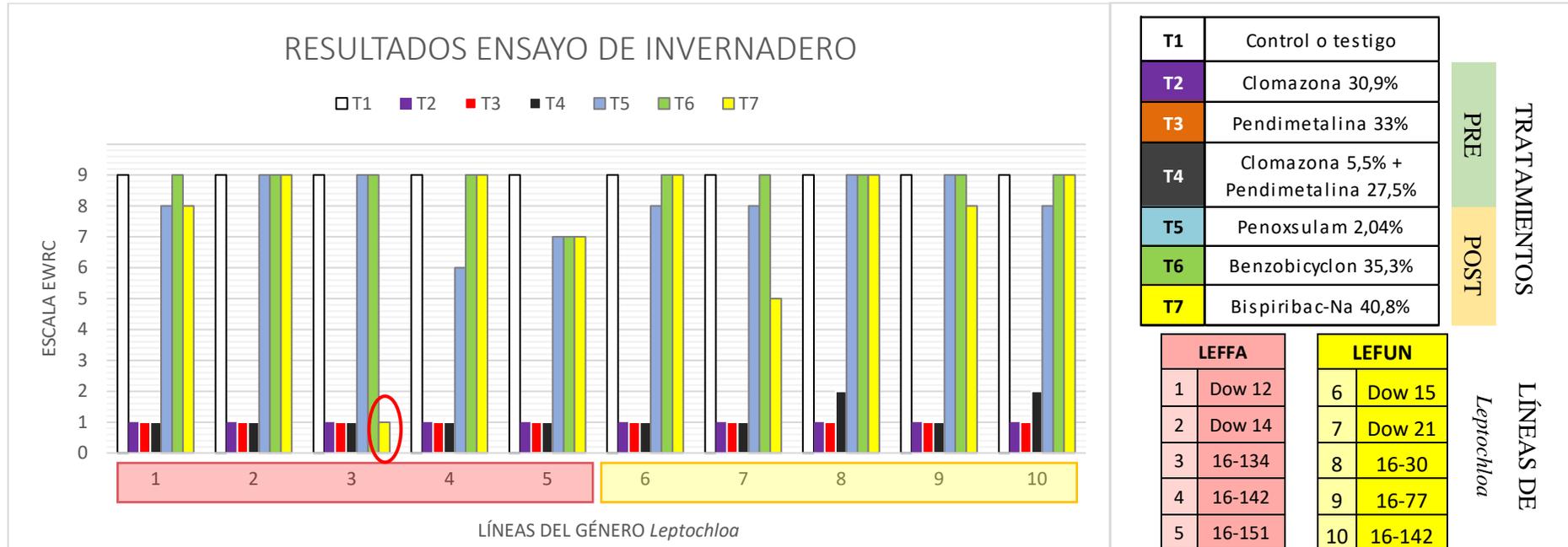
A continuación, se exponen los resultados obtenidos en las dos líneas de ensayo, diferenciando el ensayo de invernadero y el ensayo de campo.

El ensayo de invernadero se ha realizado bajo condiciones controladas. Estas condiciones son distintas a las condiciones ambientales reales, que incluyen el factor suelo, el viento o el agua, lo que provocará, inevitablemente, diferencias en los resultados. En el invernadero, los tratamientos se pueden aplicar de manera homogénea y en la dosis adecuada, sin pérdidas por viento, lavado u otros factores. El riego es muy preciso y no produce arrastre ni de tierra ni de producto. La superficie de contacto de la planta con el producto es mayor, especialmente en postemergencia, ya que se cultivarán de manera individual y el tratamiento se aplica directamente sobre las mismas. Además, si hubiese errores, se podrían llegar a controlar de manera más rápida. Ese margen de maniobra no existiría en el campo.

El ensayo de campo, se ha realizado en condiciones reales de producción, en las que el control de las diferentes variables es más difícil, si no imposible en algunos casos: se trata de suelo natural, la temperatura y la humedad varían, pueden existir pérdidas del producto por el viento a la hora de las aplicaciones, así como mayor tasa de lavado y percolación del mismo. Existe riesgo de contaminación cruzada con otras semillas de malas hierbas que caen a la parcela y que pueden influir en el ensayo. Además, debido a una ligera desnivelación del terreno, ha habido diferencias en la lámina de agua bajo la cual se ha desarrollado el cultivo. Esta falta de precisión podría haber influido en los tratamientos, especialmente en postemergencia, debido a una posible menor asimilación del producto por parte de las plantas. De igual forma, las semillas sembradas no están solas en el terreno, sino que se desarrollan con el propio cultivo y con el resto de posibles malas hierbas que puedan crecer de forma paralela. Esto aumentará la presión por el espacio y los recursos, y las condiciones de crecimiento son, en definitiva, muy diferentes a las del ensayo de invernadero, donde crecían individualmente sin ningún tipo de competencia.

Esta serie de condiciones podrían haber influido sobre los resultados a continuación expuestos.

#### 4.1.- RESULTADOS DEL ENSAYO DE INVERNADERO



**Figura 16.** Resultados de los tratamientos realizados sobre las diferentes líneas del género *Leptochloa*. A la derecha, en la parte superior, detalle de la leyenda de las distintas materias activas utilizadas en los tratamientos. Debajo, detalle de la leyenda de las distintas líneas del ensayo, donde LEFFA = *L. fusca fascicularis* y LEFUN = *L. fusca uninervia*.

El gráfico muestra los resultados de los 6 tratamientos herbicidas realizados en invernadero con las diferentes líneas de *Leptochloa* trabajadas, donde T1 sería el tratamiento control (representado por la primera barra vertical, en color blanco), cuyo valor asignado en la escala EWRC es un 9 (representada en el eje de abscisas). Los tres tratamientos siguientes son los tratamientos preemergencia (T2, T3 y T4). Se puede observar la gran eficacia que han mostrado los herbicidas en el ensayo, donde apenas alcanzan el valor 2 en la escala. Sin embargo, los tres últimos tratamientos (T5, T6 y T7) han mostrado ser menos eficaces. En este caso, las plantas de las distintas líneas se mostraron más tolerantes a las materias activas empleadas. Destaca la línea LEFFA 16-134 ante el tratamiento T7 (bispiribac-Na 40,8%), señalada con una elipse roja en el gráfico 1, que se mostró muy sensible ante el compuesto, a diferencia de las demás.

De manera más detallada, los resultados en el ensayo de invernadero han sido los siguientes:

Los tratamientos realizados en preemergencia han tenido una eficacia del 100%, esto es, han mostrado causar un gran efecto herbicida bajo las condiciones en las que se han realizado. Se ha observado algún brote clorótico, tratado con pendimetalina 33% (T3), y algún otro brote con clorosis y deformación, tratado con clomazona 5,5% + pendimetalina 27,5% (T4), aunque la práctica totalidad no ha conseguido si quiera germinar.



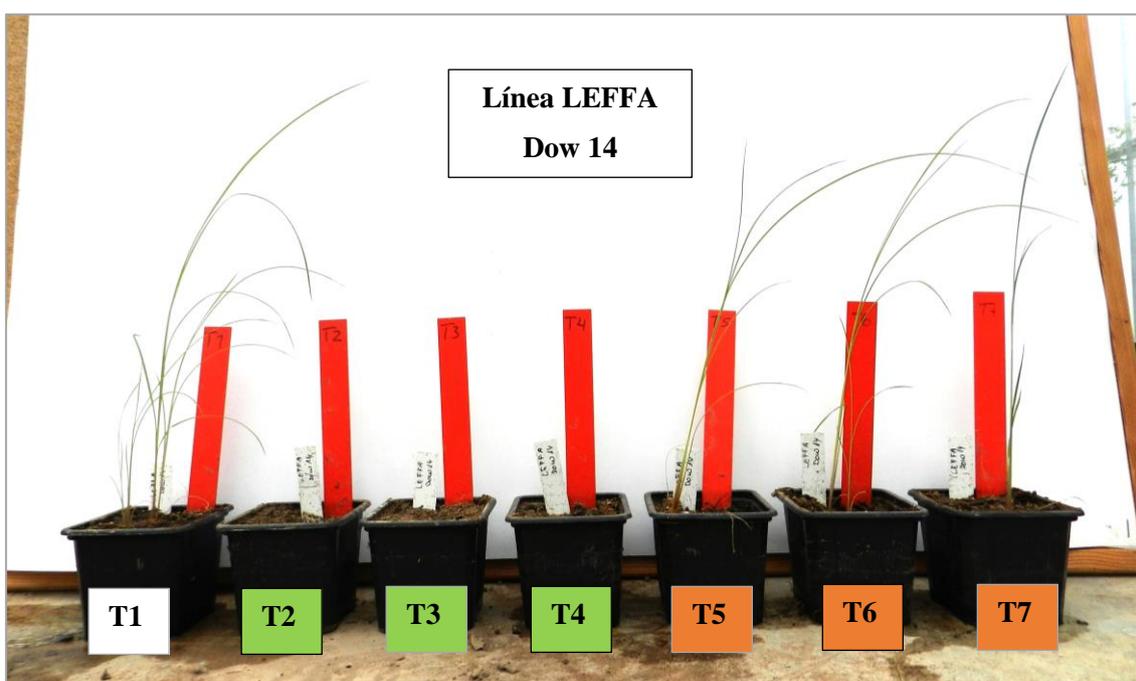
**Figura 17.** Resultados de los tratamientos preemergencia, aleatorizados. No se han observado apenas brotes. Las líneas LEFFA etiquetadas en rosa y las líneas LEFUN etiquetadas en amarillo. Fotografía tomada la tercera semana del tratamiento, durante la valoración final, el día 12/05/2017.

Estos compuestos aplicados en preemergencia demostraron ser especialmente idóneos frente al género *Leptochloa* bajo estas condiciones, donde las semillas sembradas en maceteros individuales de pequeño tamaño y poca profundidad, reciben la totalidad del tratamiento a la dosis recomendada. Mediante esta aclaración se vuelve a hacer énfasis en la gran diferencia existente

entre las condiciones de invernadero y las condiciones bajo las que se desarrolló la mala hierba en el ensayo de campo.

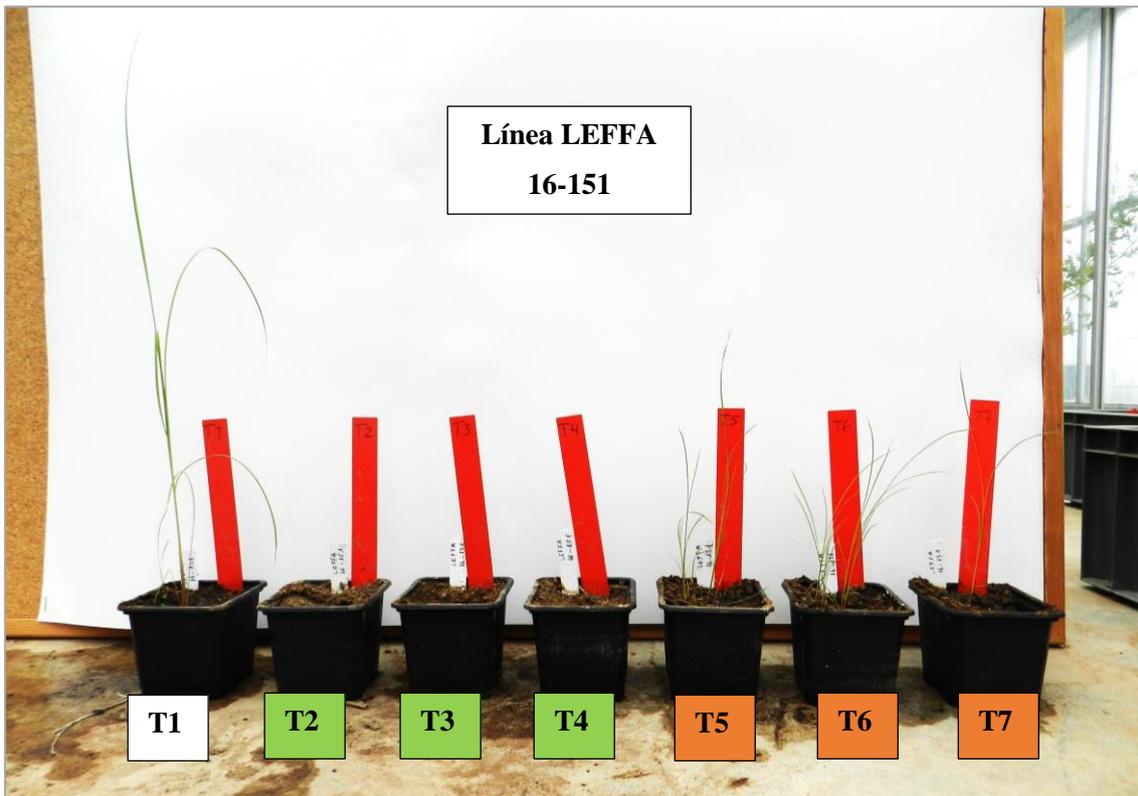
Los tratamientos realizados en postemergencia, sin embargo, han demostrado causar menor fitotoxicidad en las distintas líneas del género, que se han mostrado tolerantes en mayor o menor medida a las distintas materias activas, alcanzando prácticamente su máximo desarrollo.

En el caso del primer tratamiento postemergencia (T5: penoxulam 2,04%), ambas líneas del género *Leptochloa*, tanto LEFFA como LEFUN, muestran cierta sensibilidad al mismo, experimentando menor desarrollo, especialmente en altura, y menor vigor. No obstante, la planta se sigue desarrollando y no se puede hablar de eficacia. Cabe destacar la línea LEFFA Dow 14, que se ha mostrado muy tolerante al tratamiento; no sólo a este, si no al resto de tratamientos postemergencia:



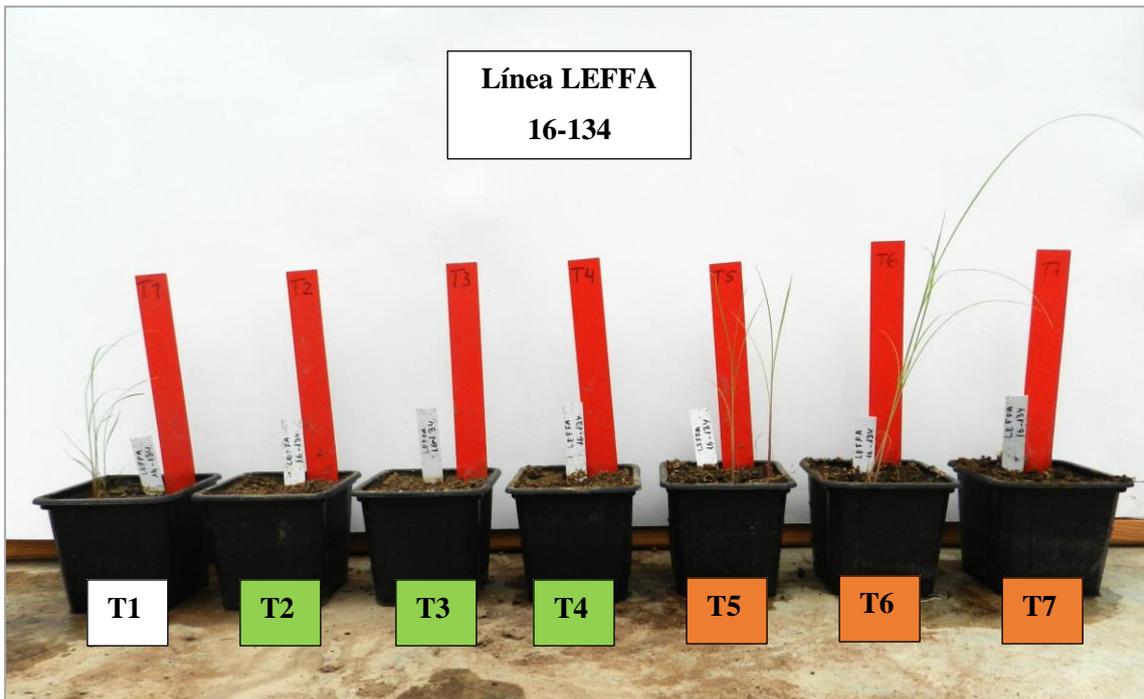
**Figura 18.** Detalle de la línea LEFFA Dow 14 que se ha mostrado tolerante a los tratamientos. De izquierda a derecha, de T1 (Control) a T7 (Bispiribac-Na 40,8%). Fotografía tomada el 29/05/2017.

En lo que respecta al segundo tratamiento en postemergencia (T6: benzobicyclon 25,3%), ha mostrado unos resultados visiblemente negativos. La práctica totalidad de las plantas se muestra tolerante al tratamiento, alcanzando un desarrollo como el de las plantas control, a excepción de un solo caso, la línea LEFFA 16-151, que ha mostrado ser más sensible a los tratamientos, no solo a este en concreto. El resto de plantas se han desarrollado sin ningún tipo de fitotoxicidad de manera completa.



**Figura 19.** Detalle de la línea LEFFA 16-151, que ha mostrado mayor sensibilidad a todos los tratamientos presentando una ligera fitotoxicidad y menor desarrollo. Fotografía tomada el 29/05/2017.

En el tercer y último tratamiento postemergencia realizado en el ensayo de invernadero, bispiribac-Na 40,8% (T7), los resultados han sido muy similares al tratamiento T5: penoxulam 2,04%. Ambas líneas del género muestran sensibilidad, experimentando menor desarrollo en altura y vigor. La densidad o nº de plantas no se ha observado, sin embargo, tan afectada. De nuevo la línea LEFFA Dow 14 se mostró muy tolerante al tratamiento, tal y como se pudo apreciar en la figura 17 de la página anterior. En este caso, además, se ha observado una línea especialmente sensible al tratamiento, perteneciente a la subespecie *L. fusca fascicularis*: LEFFA 16-134, que ha presentado un alto grado de fitotoxicidad ante la materia activa, perdiendo su capacidad fotosintética y deformándose hasta que perdió por completo las hojas. Cuando se realizó la valoración final, tres semanas después de los tratamientos, solo se observaron restos de material vegetal. No obstante, se debe mencionar que las plantas control de esta línea han experimentado un crecimiento más atrasado respecto al resto de líneas trabajadas, debido quizá a una fase de germinación más lenta. La línea LEFFA Dow 21 también se ha mostrado especialmente sensible ante este último tratamiento, alcanzando tan solo 5cm y medio de altura, con muy poco vigor. No obstante, ha sobrevivido al tratamiento.



**Figura 20.** Detalle de la línea 16-134, que ha mostrado mayor sensibilidad a los tratamientos, al igual que la línea LEFFA Dow 21, de la misma subespecie de *Leptochloa*. Fotografía tomada el 29/05/2017.

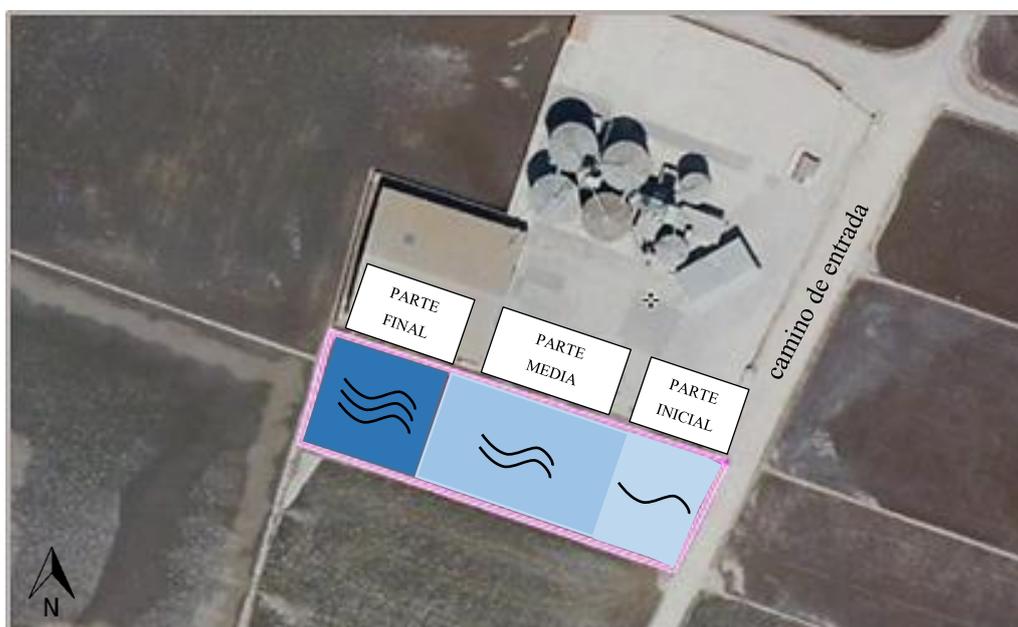
A modo de resumen, se pudo observar la gran eficacia de las distintas materias activas aplicadas en preemergencia (T2, T3 y T4), que obtuvieron unos resultados entre excelentes (1) y muy buenos (2) según la escala EWRC.

Los resultados de postemergencia (T5, T6 y T7), sin embargo, demostraron ser menos eficaces sobre las distintas líneas trabajadas. Cabría destacar los detalles de las líneas:

- LEFFA 16-134, que se mostró muy tolerante a los tratamientos T5 y T6 pero realmente sensible al tratamiento T7 (bispiribac-Na 40,8%). Se eligió por este motivo para su utilización en el ensayo de campo, con el fin de contrastar resultados.
- LEFFA 16-142, que mostró cierta sensibilidad al tratamiento T5 (penoxulam 2,04%), sin llegar a ser suficiente para detenerla. El resto de tratamientos postemergencia no mostraron tener ningún efecto sobre la misma.
- LEFFA 16-151, que mostró ligera sensibilidad ante los tres tratamientos, aunque lejos de ser eficaces. Se observó menor vigor, pero las plantas continuaban desarrollándose.
- LEFUN Dow 21, que mostró ser también una línea sensible ante el bispiribac-Na 40,98% (T7). Podría ser suficiente para evitar su desarrollo, pero no se debería catalogar como eficaz al 100%. También demostró una ligera sensibilidad frente al penoxulam 2,04% (T5).

## 4.2.- RESULTADOS DEL ENSAYO DE CAMPO

Los distintos tratamientos, tanto preemergencia como postemergencia, han presentado cierta heterogeneidad. A pesar de la realización de 4 repeticiones por cada uno, los resultados no han sido iguales en cada subparcela, esto es, el resultado obtenido con una materia activa en una subparcela en concreto, no fue el mismo que el obtenido con ese mismo producto en otra subparcela. Esto pudo deberse, principalmente, a la siguiente razón: la parcela sobre la que se realizó el ensayo, en general, estaba ligeramente desnivelada, de manera que las subparcelas de la parte oeste o parte final, subparcelas 2 y 4, tenían una lámina de agua mayor (de entre 15 y 20cm aproximadamente), que las primeras subparcelas de la parte este, subparcelas 1 y 3, que apenas presentaban la mitad. Este desnivel pudo haber provocado esa falta de concordancia entre algunos resultados. No obstante, este aspecto no debería afectar a los tratamientos preemergencia, dado que se realizan antes de entrar agua al terreno, mientras que los tratamientos postemergencia sí que se realizan con agua. En este punto, es donde podría haber diferencias en la superficie de la planta expuesta al producto durante el tratamiento, de modo que en las zonas donde la lámina de agua es menor, se absorbería mayor cantidad de producto y se obtendría así una mayor respuesta.



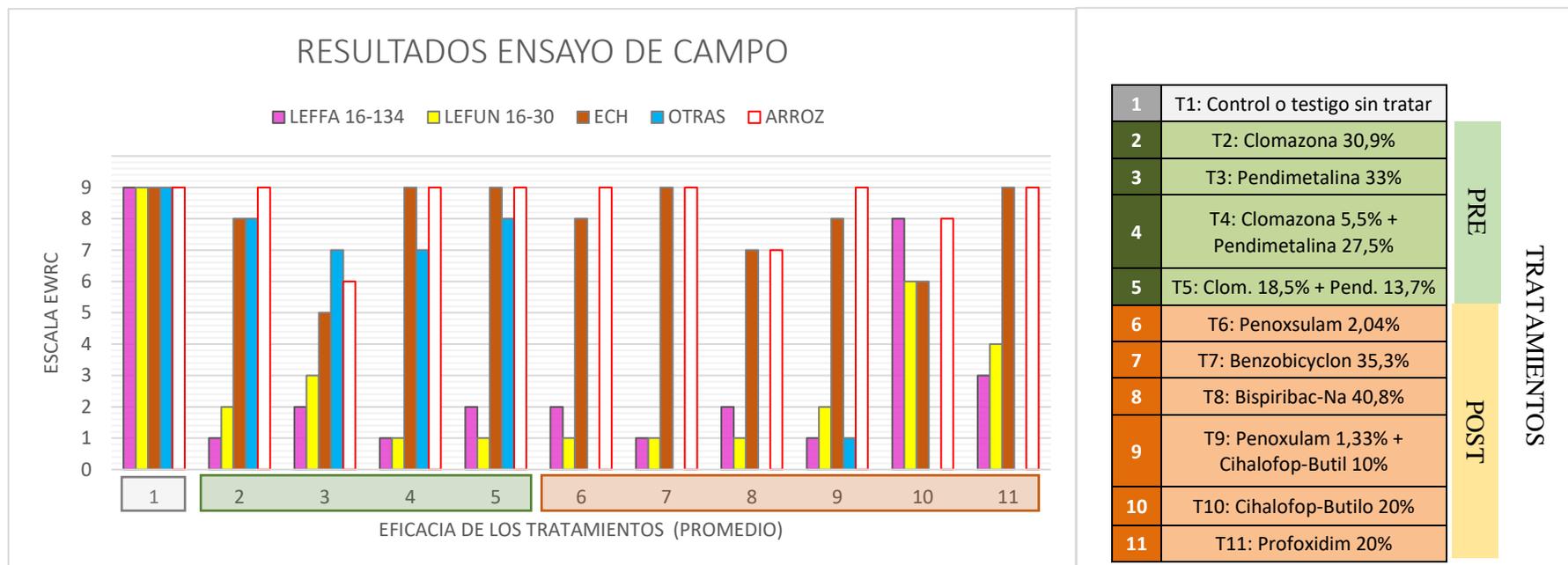
**Figura 21.** Detalle de la diferencia en la profundidad de la lámina de agua en la parcela durante el ensayo. Tres rayas suponen una profundidad de hasta 20cm. Dos rayas hasta 15cm. Una raya hasta 10cm. Imagen de satélite obtenida del visor SIGPAC el 08/07/2017.

Las líneas de *Leptochloa* utilizadas en este ensayo han sido LEFFA 16-134 y LEFUN 16-30. Se eligieron en función a los resultados obtenidos en postemergencia en el ensayo de invernadero (dado que en preemergencia todos los resultados fueron iguales). La línea 16-134 de *L. fusca*

*fascicularis* se utilizó porque mostró ser especialmente sensible a uno de los tratamientos durante el ensayo de invernadero (T7: bispiribac-Na 40,8%) y a la vez muy tolerante frente a otras materias activas postemergencia. Se seleccionó por ello con el objetivo de poder comparar ambos resultados y obtener una conclusión más contrastada. La línea 16-30 de *L. fusca uninervia*, se eligió, por el contrario, porque mostró ser la línea más tolerante a los tratamientos postemergencia, al igual que la línea LEFFA Dow 14, sobre las que apenas tuvieron efecto las distintas materias activas. Como ya se había elegido la línea 16-134 para la subespecie *Leptochloa fusca fascicularis* y se pretendía trabajar ambas subespecies en el ensayo, se eligió la línea 16-30 de LEFUN como principal línea tolerante.

Como se ha descrito, este ensayo se ha compartido con un estudio de la propia universidad sobre el género *Echinochloa*, realizado de forma paralela. Es interesante desde el punto de vista práctico haber estudiado ambos géneros a la vez, ya que son los más comunes en las distintas zonas arroceras de Valencia y alrededores. No obstante, solo se ha citado el género *Echinochloa* en los resultados en aquellos casos en los que se observó de forma natural en las distintas subparcelas, al igual que se ha realizado con otros géneros detectados, tales como *Ammania*, *Cyperus* o *Scirpus*.

Los resultados de los tratamientos preemergencia realizados en el ensayo de campo han sido los siguientes:



**Figura 22.** Resultados de los tratamientos del ensayo de campo. Promedio de las 4 repeticiones realizadas en cada tratamiento. A la derecha, detalle de los tratamientos del eje de ordenadas.

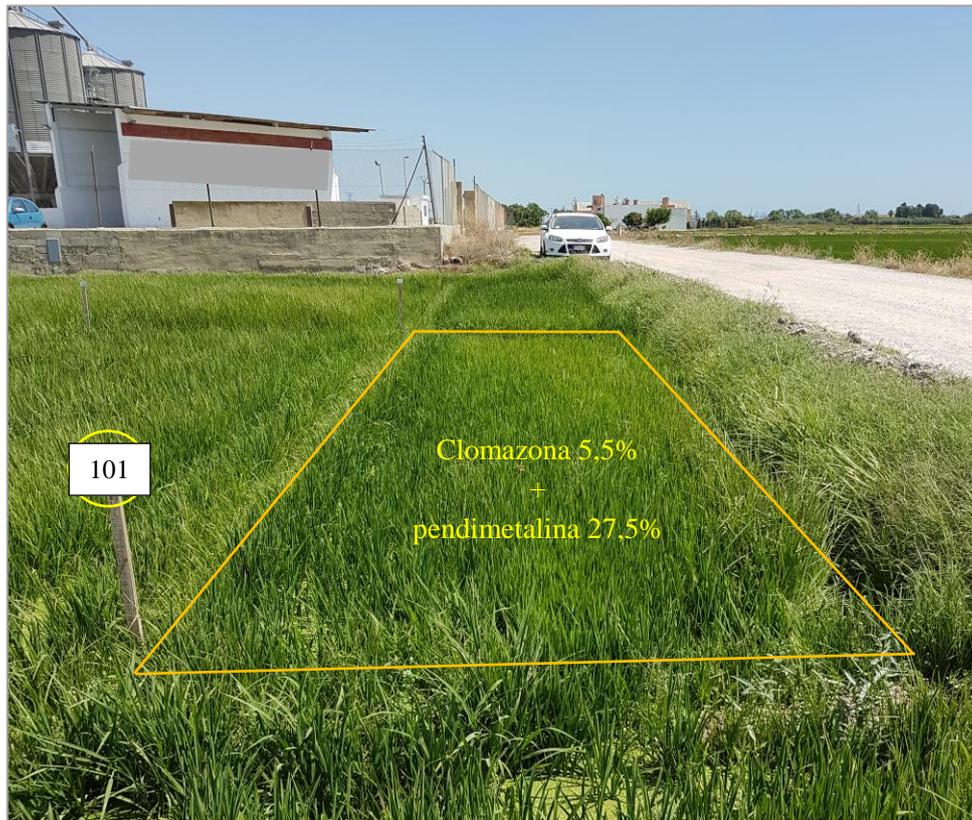
Los datos son el resultado de los valores obtenidos con la mediana para cada tratamiento tras la realización de las 4 repeticiones, una vez ajustados a la escala EWRC. Se puede apreciar, en términos generales, un nivel de desarrollo muy bajo por parte de las plantas del género *Leptochloa* (representadas con las barras morada y amarilla), salvo en el caso del tratamiento T10, donde mostró mayor tolerancia. Sin embargo, el género *Echinochloa*, presente de forma natural en la práctica totalidad de las subparcelas, se ha mostrado más tolerante a los tratamientos, salvo en los casos T3, T8 y T10, donde mostró mayor sensibilidad; precisamente donde también la mostró el propio cultivo (representado de blanco). Por último, otras malas hierbas tales como *Ammania*, *Cyperus* y *Scirpus*, solo se han detectado, curiosamente, en los tratamientos preemergencia. En los tratamientos postemergencia, se observaron casos aislados en distintas subparcelas, pero no representativos. No obstante, no se observó ningún tipo de fitotoxicidad sobre las mismas en ninguno de los casos.

De manera más detallada, los resultados en el ensayo de campo han sido los siguientes:

En el caso del primer tratamiento preemergencia (T2, clomazona 2,04%), ha mostrado resultados positivos en ambas líneas de *Leptochloa*, tanto LEFUN como LEFFA. Las plantas que se cultivaron en los contenedores biodegradables apenas germinaron, al igual que pasó en el ensayo de invernadero; y en los casos aislados donde brotaron, no alcanzaron apenas desarrollo. Cabe destacar la subparcela 3, donde otros géneros como *Echinochloa*, *Cyperus* y *Ammania*, se desarrollaron de manera muy intensa, mostrando tolerancia al tratamiento. Es posible que la acción combinada del producto y la presión por parte de estos géneros hayan contribuido en cierta medida a evitar el crecimiento de la *Leptochloa*.

En el caso del segundo tratamiento preemergencia (T3, pendimetalina 33%), se han obtenido unos resultados totalmente negativos. Durante las primeras valoraciones en campo, realizadas las primeras semanas tras el tratamiento, parecía ser una alternativa bastante eficaz. No se observaba malas hierbas y el cultivo crecía homogéneamente. Sin embargo, en las últimas valoraciones, se observó sensibilidad por parte de las malas hierbas y por parte del propio cultivo. Las 4 subparcelas tratadas, referentes a los números 102, 210, 309 y 402, han experimentado un menor desarrollo en vigor y densidad. Además, se observó que la línea LEFFA 16-134 comenzó a brotar en los contenedores la última semana. Como se detalló, una de las principales problemáticas asociadas a este género es su capacidad de germinar de forma escalonada, y aunque algunas semillas no germinaron durante las primeras valoraciones, lo hicieron posteriormente. No obstante, su crecimiento fue limitado debido al tratamiento y a la presión del resto de plantas. De cualquier manera, todo producto que afecte al cultivo no se debería considerarse en ningún momento efectivo, por lo que se descartaría su uso.

En el caso del tercer tratamiento preemergencia (T4, clomazona 5,5% + pendimetalina 27,5%), las plantas de *Leptochloa* presentaron fitotoxicidad marcada y en algunos contenedores no brotaron. Cabe mencionar, que de las 4 subparcelas tratadas, no se observó ningún tipo de fitotoxicidad frente a otras malas hierbas, que se desarrollaron de manera muy intensa; a excepción de la subparcela 101, donde mostró excelente resultado como herbicida, impidiendo el desarrollo de importantes géneros como *Leptochloa* y *Echinochloa*. Tan sólo se observó alguna especie del género *Ammania*, *Cyperus* y *Scirpus*, pero de manera muy aislada y en bajas densidades.



**Figura 23.** Subparcela 101 del bloque 1. Tratamiento preemergencia T4 (clom. 5,5% + pend. 27,5%). Parcela con resultados positivos en cuanto a homogeneidad y presión de malas hierbas. Fotografía tomada el 05/07/20107.

En el caso del cuarto tratamiento preemergencia (T5, clomazona 18,5% + pendimetalina 13,7%), se observaron unos resultados bastante similares a los del tratamiento anterior. Las líneas de *Leptochloa* que germinaron mostraron una fuerte regresión con apenas 1-2cm de desarrollo, en las que se observó fitotoxicidad aparente. Respecto a otros géneros, como *Echinochloa* o *Ammania*, no se observó ningún efecto, ya que se desarrollaron en gran medida y de forma natural en las distintas subparcelas.

En definitiva, dentro de las materias activas utilizadas en preemergencia, se observaron unos resultados positivos respecto al género *Leptochloa* (no tanto frente a otros géneros, especialmente *Echinochloa*, que ha infestado en gran medida las subparcelas trabajadas). Destacar el tratamiento T3 (pendimetalina 33%), en el que se observó fitotoxicidad en el arroz.

En el primer tratamiento aplicado en postemergencia (T6, penoxsulam 2,04%), se observó una gran similitud con los dos tratamientos anteriores, T4 y T5, debido al efecto fitotóxico causado sobre ambas líneas del género *Leptochloa* que apenas alcanzaron desarrollo, presentando quemaduras y deformaciones en las hojas de aproximadamente 3-4cm. Respecto a otras malas hierbas, solo se observaron plantas del género *Echinochloa*, ligeramente sensible al tratamiento.

En el caso del segundo tratamiento postemergencia (T7, benzobicyclon 35,3%), mostró gran fitotoxicidad en el género *Leptochloa*, impidiendo que las plantas se desarrollasen más de 5-6cm (ver figura 32 del Anexo I). De nuevo el género *Echinochloa* infestó la parcela de forma natural, mostrando tolerancia al tratamiento. No se observaron otros géneros de malas hierbas.

En el caso del tercer tratamiento en postemergencia (T8, bispiribac-Na 40,8% + coadyuvante), se observó mayor nivel de sensibilidad al compuesto de forma general por parte de los distintos géneros de *Leptochloa*, *Echinochloa*, *Cyperus* y *Ammania*, presentes en las distintas subparcelas. Todos ellos, aunque los dos últimos en menor medida, se mostraron visiblemente afectados, tanto en densidad como en vigor. No obstante, también se observó sensibilidad por parte del cultivo, que experimentó un ligero retroceso, mostrando un menor desarrollo que las subparcelas de referencia. Esto probablemente afectaría a la producción.

En el caso del cuarto tratamiento en postemergencia (T9, penoxulam 1,33% + cihalofop-butil 10%), los resultados fueron muy similares al T6. La diferencia entre ambos viene determinada por la adicción de la materia activa cihalofop-butil, que varía los porcentajes e influye en la dosis final de producto a emplear. No se observó *Leptochloa* y, respecto a otros géneros, solo se observó *Echinochloa*, que se desarrolló, aunque con menor vigor.

En el caso del quinto tratamiento postemergencia (T10, cihalofop-butilo 20%), se observaron los resultados más negativos del ensayo. Se trata de un producto similar al T3, empleado en preemergencia, en tanto que presenta un marcado efecto fitotóxico sobre algunos géneros de malas hierbas como la *Echinochloa*, pero a su vez también sobre el propio cultivo, que mostró cierta sensibilidad. Además, las líneas del género *Leptochloa*, especialmente LEFFA 16-134, mostraron gran tolerancia al tratamiento y se desarrollaron completamente, tanto en los maceteros biodegradables sembrados como en los márgenes del cultivo de forma natural, alcanzando gran vigor (ver figura 33 del Anexo I). Sin embargo, en el caso de las subparcelas 201 y 308, las líneas trabajadas sí que mostraron sensibilidad, por lo que no se puede hablar de tolerancia como tal respecto al tratamiento.

En el sexto y último caso de postemergencia (T11, profoxidim 20%), no se observaron plantas en los maceteros del género *Leptochloa* hasta la última semana de valoración, donde comenzaron a germinar de forma escalonada. Además, el estado general de las subparcelas donde se aplicó el compuesto es bastante negativo, puesto que no causa apenas sensibilidad frente a *Echinochloa*, que infestó por completo el cultivo, desarrollando un vigor similar al de las plantas detectadas en

las distintas subparcelas testigo. Respecto a otros géneros de malas hierbas, también se mostraron tolerantes al tratamiento. Esta materia activa no tuvo ningún efecto sobre el cultivo.

En definitiva, dentro de los tratamientos postemergencia, se ha observado mayor heterogeneidad entre las distintas subparcelas tratadas:

- Dentro del género *Leptochloa*, se han obtenido unos resultados positivos de forma general en los tratamientos T6, T7 y T9. El último tratamiento descrito (T11), mostró menor eficacia respecto al género, y más aún si se atiende al otro género protagonista del arroz, la *Echinochloa*, sobre el que no tuvo ningún efecto. Por último destacar los tratamientos T8 y T10, que mostraron signos evidentes de fitotoxicidad en el propio cultivo, por lo que deberían descartarse. Además, frente a este último, las plantas del género *Leptochloa* mostraron ser bastante tolerantes en algunas subparcelas (en especial la línea LEFUN 16-30), aunque en otras mostraron cierta sensibilidad.
- Cabe destacar el alto nivel de infestación por parte del género *Echinochloa*, que ha estado presente de forma natural en las distintas subparcelas a lo largo de todo el ensayo, y ha demostrado ser bastante tolerante a los tratamientos, excepto a los tratamientos T3 y T10 en los que se pudo observar menor vigor y desarrollo de las plantas, que se mostraron más sensibles.
- Respecto a otros géneros, curiosamente, se ha observado mayor presión en algunas de las subparcelas de los tratamientos preemergencia (T2, T3, T4 y T5) y algunos casos aislados en otras subparcelas, aunque en menor densidad. Cabe destacar, que varias de las subparcelas de estos tratamientos, especialmente T2 y T4, están en la parte inicial de la parcela, donde hay menor altura en la lámina de agua. Se trata de las subparcelas 101 y 301, donde la presión de estas malas hierbas ha sido mayor. Contrastando esta información, en las subparcelas 210, 211, 410 y 411, donde se midió mayor nivel de agua, su presencia fue prácticamente nula. Donde más se han detectado ha sido en la parte media e inicial de la parcela. En la gran mayoría de los casos donde se detectaron estos géneros, no se observó efectos fitotóxicos por parte de las distintas materias activas, debido, probablemente, a las distintas familias a la que pertenecen.
- Por último, destacar los tratamientos T3, T8 y T10 que afectaron negativamente al cultivo del arroz, que mostró una ligera sensibilidad ante las respectivas materias activas.

A continuación, se exponen a modo de resumen comparativo y de forma tabulada, los resultados obtenidos en ambas líneas de ensayo, tanto invernadero como campo:

**Tabla 5.** Resultados de los tratamientos del ensayo de invernadero realizados sobre las diez líneas de *Leptochloa* trabajadas.

	TRATAMIENTO	MATERIA ACTIVA	<i>Leptochloa</i>									
			LEFFA					LEFUN				
			Dow 12	Dow14	16-134	16-142	16-151	Dow 15	Dow 21	16-30	16-77	16-142
	<b>T1</b>	Control o testigo sin tratar	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
PRE-EMERGENCIA	<b>T2</b>	Clomazona 30,9%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	<b>T3</b>	Pendimetalina 33%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	<b>T4</b>	Clomazona 5,5% + Pendimetalina 27,5%	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2
POST-EMERGENCIA	<b>T5</b>	Penoxsulam 2,04%	8	9	9	6	8	8	8	9	9	8
	<b>T6</b>	Benzobicyclon 35,3%	9	9	9	9	8	9	9	9	9	9
	<b>T7</b>	Bispiribac-Na 40,8%	8	9	1	9	8	9	5	9	8	9

Donde “1” sería eficacia absoluta del tratamiento (100% eficaz) y “9” sería eficacia nula del tratamiento (plantas igual o similar a las plantas control)

**Tabla 6.** Resultados de los tratamientos del ensayo de campo realizado sobre las líneas LEFFA 16-134 y LEFUN 16-30 y sobre los distintos géneros observados.

	TRATAMIENTO	MATERIA ACTIVA	GÉNEROS				EFECTO SOBRE EL ARROZ
			<i>Leptochloa</i>		<i>Echinochloa</i>	Otros géneros	
			LEFFA 16-134	LEFUN 16-30			
	<b>T1</b>	Control	9	9	9	9	9
PRE-EMERGENCIA	<b>T2</b>	Clomazona 30,9%	1	2	8	8	9
	<b>T3</b>	Pendimetalina 33%	2	3	5	7	6
	<b>T4</b>	Clomazona 5,5% + Pendimetalina 27,5%	1	1	9	7	9
	<b>T5</b>	Clomazona 18,5% + Pendim. 13,7%	2	1	9	8	9
POST-EMERGENCIA	<b>T6</b>	Penoxsulam 2,04%	2	1	8	X	9
	<b>T7</b>	(GOWAN) Benzobicyclon 35,3%	1	1	9	X	9
	<b>T8</b>	Bispiribac-Na 40,8%	2	1	7	X	7
	<b>T9</b>	Penoxulam 1,33% + Cihalofop-Butil 10%	1	2	8	1	9
	<b>T10</b>	Cihalofop-Butilo 20%	8	6	6	X	8
	<b>T11</b>	Profoxidim 20%	3	4	9	X	9

La columna de *Otros géneros* corresponde a los géneros distintos a *Leptochloa* y *Echinochloa* observados durante el estudio, tales como *Ammania*, *Cyperus* o *Scirpus*.

La X bajo un fondo gris oscuro indica mínima o nula presencia de estos géneros en las distintas subparcelas.

En las tablas anteriores, se puede observar las diferencias y similitudes entre los resultados de ambas líneas de ensayo: invernadero y campo. Para empezar, cabe destacar la mayor eficacia de los distintos tratamientos realizados en preemergencia sobre el género *Leptochloa*, tanto en el ensayo de invernadero, (donde se mostró una eficacia del 100%), como en el ensayo de campo, donde se mostró una eficacia ligeramente menor debido a la diferencia de las condiciones en las que se realizó. Asimismo, es preciso destacar la diferencia en el resultado de los tratamientos postemergencia, que mostraron ser muy negativos en el ensayo de invernadero (donde las distintas líneas del género mostraron gran tolerancia de forma generalizada), y resultaron ser más eficaces, sin embargo, en el ensayo de campo, donde sí que se observó mayor sensibilidad por parte del género (debido, quizá, al efecto combinado de los productos y la presión ejercida por el cultivo y otras malas hierbas como *Echinochloa*, que pudieron influir en el desarrollo de ambas líneas, tanto LEFFA 16-134 como LEFUN 16-30).

A modo de resumen, es razonable esperar que surjan y se incrementen en las distintas regiones agrícolas los casos de tolerancia de este género de mala hierba a las distintas materias activas empleadas para su control, debido, en gran medida, al desconocimiento que se tiene sobre esta especie.

Dada la heterogeneidad de los resultados obtenida entre las dos líneas de ensayo, (debido especialmente al ensayo de campo), no se ha podido realizar un análisis estadístico que pueda determinar o concluir la eficacia de los distintos tratamientos. Se ha observado, bajo condiciones controladas (ensayo de invernadero), que los tratamientos preemergencia podrían ser eficaces frente a este género, impidiendo en gran medida su germinación y evitando, de este modo, su llegada a la fase adulta. No obstante, aún habría que investigar en futuros ensayos de campo para lograr obtener una correlación entre ambos resultados. En cuanto a los tratamientos postemergencia, se ha podido observar, bajo condiciones controladas, una gran tolerancia por parte de las plantas, que consiguieron desarrollarse mostrando un mayor o menor grado de sensibilidad. No se ha podido observar lo mismo, sin embargo, en el ensayo de campo, donde en un gran número de ocasiones las semillas no germinaron, debido, en parte, al nivel de la lámina de agua, bajo la que se mantuvieron en estado de latencia. De este modo, de las 44 subparcelas estudiadas (donde se sembraron las dos subespecies del género, sumando 88 contenedores con semilla), en más de 38 ocasiones no llegó a producirse la germinación. Ante esta situación, repetida a lo largo de todo el ensayo, ha resultado imposible realizar un análisis estadístico multivariante entre los distintos tratamientos, por lo que los resultados obtenidos no son concluyentes.

## 5.- CONCLUSIONES

Se ha podido observar, tras la realización de ambos ensayos, que los tratamientos aplicados en preemergencia podrían llegar a suponer una de las mejores alternativas para el control químico de este género, evitando, en la mayoría de los casos, su germinación y posterior desarrollo. No se ha observado, sin embargo, la misma proyección en los resultados de los tratamientos aplicados en postemergencia, donde el grado de heterogeneidad ha sido mucho mayor. Así mismo, se ha observado una posible sensibilidad por parte del cultivo del arroz, variedad “J. Sendra”, ante algunas de las materias activas empleadas. Debido a la dificultad que ha supuesto el estudio de este género, tanto por su biología, como por el escaso nivel de información actual, no se han podido determinar de forma concluyente los resultados obtenidos, que carecen de análisis estadístico. Por este motivo, resulta indispensable seguir investigando.

En cuanto al segundo objetivo de este estudio, se ha podido observar que algunas materias activas influyeron negativamente sobre el propio cultivo del arroz, variedad “J. Sendra”, que experimentó un menor crecimiento en altura y peso (vigor) respecto a las plantas control. No obstante, estas observaciones se realizaron *in situ* y de manera objetiva, por lo que sería necesario realizar toda una línea de ensayo experimental para determinar una serie de resultados que demuestren este tipo de posible fitotoxicidad.

## 6.- BIBLIOGRAFÍA

**Cortés J.A.** y del Monte J.P. (2000). Acerca de las especies del género *Leptochloa*, como malas hierbas en los arrozales y su distribución en España. Bol. San. Veg. Plagas, 26: 599-604.

**Dana E.D.**, Sanz-Elorza M. y Sobrino E. (2004). Estudio sobre las plantas invasoras en España. Pertenece al libro "Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España" editado por el Ministerio de Medio Ambiente.

**Estellés J.A.**, Lidón A. y Osca J.M. (2011). Estudio del banco de semillas de *Leptochloa fusca uninervia* y *Leptochloa fusca fascicularis* en arrozales de Valencia.

XIII Congreso Nacional de Malherbología. San Cristóbal de la Laguna. (Págs. 255-258).

**Gómez De Barreda D.**, Osca J.M. y Valero M. (2011). Efecto de la estratificación e inundación sobre la germinación y desarrollo de *Leptochloa fusca uninervia* y *Leptochloa fusca fascicularis*.

XIII Congreso Nacional de Malherbología. San Cristóbal de la Laguna. (Págs. 258-263).

**González J.**, Osuna M.D., Palmerín J.A., Quiles J.M. y Romano Y. (2012). Principales malas hierbas y métodos de control en el cultivo del arroz en España. Revista Vida Rural, ISSN: 1133-8938.

**Osca J.M.** (2013). Expansion of *Leptochloa fusca sp. uninervia* and *Leptochloa fusca sp. fascicularis* in rice fields in Valencia, eastern Spain. Weed Research 53, (479–488). (DOI: 10.1111/wre.12046).

## 6.1.- WEBS CONSULTADAS

Departamento de Agricultura y Alimentación del Gobierno de Aragón. (Ene. 2008). *Leptochloa uninervia* (C. Presl.) Hitch. & Chase. (Consulta el día 23 de junio de 2017).

[http://www.aragon.es/estaticos/ImportFiles/12/docs/Areas/Sanidad\\_Vegetal/Proteccion\\_Vegetal/Publicaciones/Informaciones\\_Tecnicas/HOJAS\\_INFORMATIVAS\\_MALAS\\_HIERBAS\\_LEPTOCLOA\\_2008.pdf](http://www.aragon.es/estaticos/ImportFiles/12/docs/Areas/Sanidad_Vegetal/Proteccion_Vegetal/Publicaciones/Informaciones_Tecnicas/HOJAS_INFORMATIVAS_MALAS_HIERBAS_LEPTOCLOA_2008.pdf)

INNOVAGRI (2016). Proyecto nacional contra *Echinochloa* y *Leptochloa*, las dos malas hierbas más nocivas para los arrozales. (Consulta el 13 de junio de 2017).

<http://www.innovagri.es/actualidad/proyecto-nacional-contr-echinochloa-spp-y-leptochloa-spp-las-dos-malas-hierbas-mas-nocivas-para-los-arrozales.html>

Junta de Andalucía (Dic. 2012). Las malas hierbas en el arroz. (Consulta el 21 de junio de 2017).

[https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/export/sites/default/comun/galerias/galeriaDescargas/minisites/raif/Fichas\\_Fitopatologicas/Arroz\\_MalasHierbas.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/export/sites/default/comun/galerias/galeriaDescargas/minisites/raif/Fichas_Fitopatologicas/Arroz_MalasHierbas.pdf)

Osca J.M. (Sep. 2011). Malas hierbas del arroz. Universidad Politécnica de Valencia. (Consulta el 21 de junio de 2017).

<https://www.youtube.com/watch?v=XRd7FpaJKXs>

Portal web: *Florasilvestre.es*. (Ago. 2011). *Leptochloa uninervia* de la albufera de Valencia. (Consulta el 14 de junio de 2017)

[http://www.florasilvestre.es/mediterranea/Gramineae/Leptochloa\\_uninervia.htm](http://www.florasilvestre.es/mediterranea/Gramineae/Leptochloa_uninervia.htm)

Real Decreto Español del BOE. (Feb. 2016). Marco legislativo del uso de fitosanitarios. (Consulta el día 22 de junio de 2017).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2012-11605>

Universidad Pública de Navarra. (Ene. 2015). Herbario. (Consulta el 21 de junio de 2017).

<http://www.unavarra.es/herbario/htm/concepto.htm>

Universidad Pública de Navarra (Ene. 2015). *Leptochloa fusca fascicularis*. (Consulta el día 14 de junio de 2017).

[https://www.unavarra.es/herbario/htm/Lept\\_fusc.htm](https://www.unavarra.es/herbario/htm/Lept_fusc.htm)

## 7.- ANEXO DE FIGURAS

A continuación se muestran algunas de las fotografías más representativas realizadas durante el ensayo de campo, en referencia a los resultados obtenidos a lo largo del estudio.



**Figura 24.** Preparación de la parcela para el ensayo. Surcos realizados con caballos y aperos de tiro. División en 44 subparcelas elementales de 1,9m x 9m, englobadas en cuatro grandes bloques de 11 subparcelas cada uno. Fotografía tomada el día 15/05/2017.



**Figura 25.** Parcela de ensayo una semana después del tratamiento postemergencia, realizado cuando las plantas tenían entre 1-2 hojas (25/05/2017). Fotografía tomada el día 01/06/2017.



**Figura 26.** Géneros detectados una semana después del tratamiento postemergencia. **A:** *Cyperus difformis* **B:** *Ammania coccinea*. **C:** distintas subespecies del género *Echinochloa*. **E:** *Oryza sativa* (variedad "J. Sendra").  
Fotografía tomada el día 01/06/2017.



**Figura 27.** Estado de las distintas subparcelas cuatro semanas después de la entrada de agua al cultivo.  
Fotografía tomada el día 15/06/2017.



**Figura 28.** Detalle del tratamiento T8 (Bispiribac-Na 40,8%) en la parcela 108, realizado en postemergencia. Se aprecia el crecimiento por la parte inferior tanto del arroz como del género *Echinochloa*, debido a una mala aplicación del producto. En el resto de la subparcela, se aprecia el efecto fitotóxico causado tanto sobre las malas hierbas como sobre el propio cultivo. Fotografía tomada el día 22/06/2017.



**Figura 29.** Estado de la parcela a día 29/06/2017. Se aprecia la diferencia de altura entre las distintas subparcelas, tratadas con distintas materias activas. La más cercana (abajo a la derecha), infestada del género *Echinochloa*.



**Figura 30.** Ejemplar de *Mythimna unipuncta*, en su fase de oruga. Plantas de arroz visiblemente atacadas. Fotografías tomadas el día 29/06/2017.



**Figura 31.** Ejemplar de LEFFA 16-134 afectado por la materia activa del tratamiento T7 (benzobicyclon 35,3%), que mostró gran fitotoxicidad en el género *Leptochloa*, impidiendo que las plantas se desarrollasen más de 5-6cm. Fotografía tomada el día 29/06/2017.



**Figura 32.** Ejemplar de *Leptochloa fusca fascicularis* (LEFFA 16-134) desarrollado en los maceteros de la subparcela 410 bajo el tratamiento de postemergencia T10 (cihalofop-butilo 20%). Fotografía tomada el 05/07/2017.