Estrategias de control de malas hierbas en las zonas arroceras

El control químico mediante aplicación de herbicidas en arroz representa la única práctica viable

Controlar de forma eficaz la flora orizícola típica conlleva, por regla general, una mayor complejidad y dificultad que en otros cultivos, no sólo por la gran competitividad de muchas de las especies sino también por la dificultad añadida que supone para los herbicidas asegurar un control eficaz de las infestantes en el medio acuático que sirve de base de desarrollo al cultivo.

● **Tomás Márquez.**
Du Pont Ibérica S.L.
Departamento de Protección de Cultivos. Barcelona.

Espigas de arroz.

Las estrategias de control de las malas hierbas que infestan los campos de arroz requieren herbicidas específicos, la mayoría de los cuales únicamente poseen uso autorizado para dicho cultivo. Esta especificidad de los herbicidas se traslada asimismo a la flora típica que compite con el cultivo, compuesta por especies que, también en su mayor parte, se encuentran únicamente en campos de arroz, si bien algunas de ellas están también presentes en otras zonas inundadas, bien permanentemente o bien de forma temporal (humedales, lagunas, orillas de ríos, etc).

Controlar de forma eficaz la flora orizícola típica conlleva, por regla general, una mayor complejidad y dificultad que en otros cultivos, no sólo por la gran competitividad de muchas de las especies sino también por la dificultad añadida que supone para los herbicidas asegurar un control eficaz de las infestantes en el medio acuático que sirve de base de desarrollo al cultivo.

Este medio acuático, con un manejo adecuado del nivel de la capa de agua , sirve también, a lo largo del ciclo del arroz, para dificultar la germinación de ciertas especies y limitar asimismo su potencial competitivo. El ejemplo anterior da un cierto realismo a la recurrida frase de que "el agua es un buen herbicida", factor éste que se verá siempre favorecido por un rápido desarrollo del cultivo (biomasa) que pudiera limitar el espacio disponible para el crecimiento y desarrollo de las malas hierbas.

El control químico mediante la aplicación de la gama disponible de herbicidas autorizados en arroz representa actualmente la única práctica viable para asegurar un control más o menos eficaz de las infestantes.

Sin embargo, es tal la dificultad de conseguir un control total que, en muchas ocasiones el uso de herbicidas debe complementarse con otros métodos. Entre ellos están las labores de control mecánico (fangueado) previas a la siembra y, en muchas ocasiones, las escardas manuales, que no se llevan a cabo con la misma dimensión y frecuencia en el conjunto de las zonas arroceras.

De la totalidad de especies de malas hierbas que pueden encontrarse en los arrozales españoles (cerca de 30), afortunadamente no todas ellas son igualmente competitivas y dañinas.

Las familias y géneros de malas hierbas consideradas por los arroceros como objetivo básico en el planteamiento de sus estrategias de tratamientos herbicidas son: las gramíneas anuales (*Echinochloa* y arroz salvaje (*Oryza sativa* var.)), las ciperáceas anuales y perennes (*Scirpus* y *Cyperus*), las alismatáceas (*Alisma*) y, en menor medida, las tifáceas (*Typha*), las lituáceas (*Ammannia*) y las elatináceas

ceas (*Bergia*). A ellas se suman problemas puntuales de ponteridáceas (*Heteranthera*) así como algunas gramíneas de reciente introducción (*Leptochloa, Leersia, Glyceria*) en ciertas zonas.

Actualmente no es realista pensar que en zonas arroceras con una infestación representativa de malas hierbas, el control eficaz de las mismas pueda solventarse con un único tratamiento. Éste ha sido siempre el deseo de los arroceros y el objetivo primario en la investigación de las empresas del sector.

Sin embargo, cabe considerar que las características biológicas de las diferentes especies y las limitaciones en la actividad de los herbicidas en el medio acuático complican de forma notable el éxito de las estrategias de control. Como consecuencia de ello, los arroceros se ven obligados en la mayoría de los casos a realizar 2, 3 e incluso mayor número de tratamientos, complementados luego con escardas manuales, para dejar sus campos libres de malas hierbas antes de la cosecha.

Por otro lado, a la dificultad de un control total de las malas hierbas, se añade el banco de semillas existente en el suelo y la capacidad que poseen algunas especies de conservar de su potencial de germinación durante varias campañas y de germinar escalonadamente. Por lo tanto, no existe prácticamente tregua en la lucha que los arroceros se ven obligados a mantener contra las malas hierbas que invaden sus campos.

La media de tratamientos herbicidas en España se sitúa en torno a 2,4 - 2,5 tratamientos por hectárea y campaña (superfice cultivada de 112.000 ha con una superficie desarrollada y tratada con herbicidas de alrededor de 270.000 ha). Cabe resaltar que muchos tratamientos acostumbran a incluir mezclas de dos o más productos, buscando una complementariedad de modos de acción que permita aumentar el espectro de eficacia y el nivel de control final.

El valor del mercado real de herbicidas en la pasada campaña 2000 rondó los de 1.875 MM pesetas a nivel facturación.

Infestación de arroz salvaje. El control de esta mala hierba se realiza mediante tratamientos de pre-siembra a base de herbicidas anti-gramíneos.

Herbicidas disponibles para el control de malas hierbas en arroz

La gama de materias activas registradas en España para el control de las malas hierbas en arroz no es demasiado amplia. En la **tabla 1** aparecen reflejadas los herbicidas que están actualmente autorizados y que son utilizados por los arroceros, en mayor o menor medida, en sus estrategias o programas de control de malas hierbas en las diversas zonas arroceras.

Como puede comprobarse, únicamente están autorizadas 11 materias activas básicas para aplicaciones con cultivo establecido (a partir de la siembra y en postemergencia), mientras que son 4 los herbicidas autorizados exclusivamente en tratamientos de presiembra.

Este conjunto de herbicidas aplicados solos o en combinación entre ellos, cuando esto es factible, forman la columna vertebral de los tratamientos herbicidas en arroz para controlar las malas hierbas gramíneas y otras especies típicas tanto monocotiledóneas como dicotiledóneas.

La revisión de las materias activas dentro del proceso de re-registro comunitario implicará también la desaparición del mercado comunitario a partir del año 2003 de algunos herbicidas actualmente autorizados en el cultivo de arroz. El motivo de esta situación es que las empresas propietarias del ingrediente activo han tomado la decisión, sea por motivos estratégicos, económicos o de cualquier otra índole, de no realizar los estudios adicionales que solicita la Comunidad Europea para el re-registro de esos herbicidas.

Con la información disponible hasta la fecha esta desaparición afectará a materias activas como dimepiperato, mefenacet, dalapón, butacloro, endothal y pirazosifen, a las que podría unirse alguna otra sustancia que siga adelante en otros cultivos pero que no se re-registre para su uso en arroz.

Esta disminución en el número de materias activas disponibles para el control de malas hierbas en arroz se verá compensada en parte por el lanza-

TABLA 1: HERBICIDAS AUTORIZADOS EN EL CULTIVO DEL ARROZ

Familia química	Modo de acción	Materias activas & Tipo de formulación
Ácidos quinolin-carboxílicos	Actividad auxínica	quinclorac (SC)
Amidas	Inhibición fotosíntesis en fotosistema II	propanil (EC, WG)
Ariloxifenoxi propionatos (FOP's)	Inhibición de la acetil coenzima carboxilasa (ACCasa)	cyhalofop-butilo (EC)
Benzotiadizinonas	Inhibición fotosíntesis en fotosistema II	bentazona (EC)[3]
Ciclohexanodionas (DIM's)	Inhibición de la acetil coenzima carboxilasa (ACCasa)	cicloxidim (EC)[5] cletodim (EC)[5]
Glicinas	Inhibición de la EPSP sintetasa	glifosato (SL)[5]
Oxadiazoles	Inhibición de la protoporfirinógeno oxidasa	oxadiazón EC[5]
Oxiacetamidas	Inhibición de la división celular	mefenacet (GR)[3]
Sulfonilureas	Inhibición enzima ALS/AHAS	azimsulfurón WG bensulfurón WG cinosulfurón WG
Tiocarbamatos	Inhibición de la síntesis de lípidos	molinato (GR, EC)[1] dimepiperato (GR)[2] tiobencarb (GR)[2]

(1) El molinato se comercializa solo (como granulado y en formulaciones líquidas) así como en formulaciones granuladas en asociación con bensulfurón, dimepiperato, mefenacet y tiobencarb.
(2) El dimepiperato y el tiobencarb se formulan bien solos o bien en mezcla con molinato.
(3) El mefenacet se formula en mezcla con molinato.
(4) La bentazona se comercializa bien sola o bien en mezcla con MCPA.
(5) Herbicidas con uso restringido a aplicaciones de pre-siembra.

La mayoría de los tratamientos herbicidas de postemergencia foliar se aplican sobre campos con niveles muy bajos de agua o suelo saturado.

miento de nuevos herbicidas en los próximos años, básicamente con un perfil más enfocado hacia el control de gramíneas y, en menor dimensión, hacia el de control de malas hierbas ciperáceas y de hoja ancha.

Estrategias de control de malas hierbas en el cultivo de arroz

Las malas hierbas objetivo a la hora de diseñar las estrategias básicas de control de las especies que infestan el arroz no varían sensiblemente de una zona a otra, salvo casos especiales (arroz salvaje, especies de Heteranthera). Se da normalmente una mayor variabilidad en la gama de productos que son utilizados en una u otra zona, de acuerdo a hábitos, prácticas culturales, condicionantes climáticos o de suelo, o a problemas puntuales de ciertas malas hierbas.

Visto desde un nivel práctico y sencillo podría decirse que para el agricultor arrocero existen tres prioridades básicas a la hora de establecer sus estrategias de tratamientos.

En una secuencia temporal ligada al ciclo de desarrollo del cultivo y de las malas hierbas, la primera necesidad es el control del arroz salvaje (Oryza sativa var.) en las zonas donde este problema tiene una dimensión importante. Para ello deben poder implantarse las técnicas necesarias para su control, como son los tratamientos de pre-siembra con anti-gramíneos específicos y/o procedimientos mecánicos (fangueado) combinados con ciertas prácticas culturales cuando sean viables (rotación de cultivos, semilla certificada,...) y complementado con la inevitable inversión económica en escardas manuales.

La segunda y no menos importante es sin duda controlar eficazmente las diferentes especies de Echinochloa (mill, cerreig, milleta, panissola...), debido a su amplia difusión, su enorme competitividad y su germinación casi en parelelo a las plantas de arroz.

Para su control el agricultor dispone de alternativas en pre-siembra (control parcial), en postemergencia precoz así como tratamientos complementarios o de repaso en postemergencia media o tardía.

La tercera prioridad es asegurar el control de las especies comúnmente llamadas de hoja ancha y ciperáceas, tanto anuales como perennes, que acostumbran a germinar más tarde que las especies gramíneas y entre las cuales están incluidas malas hierbas pertenecientes a los géneros Scirpus, Cyperus, Alisma, Ammannia, Bergia y Typha entre otras. Estas especies normalmente se controlan en postemergencia mediante herbicidas de traslocación y contacto. Un caso particular lo representa el control de Heteranthera spp., que puede controlarse tanto en pre.siembra como en postemergencia.

Control de las especies de Echinochloa

El control eficaz de las diferentes especies de Echinochloa sigue siendo la asignatura pendiente para los arroceros no sólo a nivel de nuestra geografía, sino también a nivel mundial, aunque en otras zonas del globo comparten muy a menudo protagonismo con otras gramíneas y con mono y dicotiledóneas de gran competitividad y difícil control.

Para el control de Echinochloa spp. el arrocero dispone de tres alternativas básicas, cada una de ellas con sus ventajas e inconvenientes y que puede adaptar a las características particulares de la zona, de la variedad de arroz cultivada, del manejo de agua y del tipo de especies de Echinochloa dominante, entre otros factores.

I) Tratamientos de pre-siembra

Se emplean normalmente herbicidas Tiocarbamatos, siendo el molinato la materia activa más usada. Se aplican manual o mecánicamente poco antes de la inundación de los campos sobre el suelo bien desmenuzado y se incorporan lo antes posible mediante una labor a una profundidad de entre 4-6 cm.

Esta modalidad de tratamientos no ha estado nunca muy extendida y se ha limitado a zonas que, históricamente, no poseían un buen control del agua (Valencia). Esta técnica evita entrar con la maquinaria una vez inundados y sembrados los campos. El inconveniente es que los Tiocarbamatos pueden estar sujetos a procesos de degradación si no se incorporan adecuadamente.

La persistencia de los Tiocarbamatos se estima en 2-3 semanas, según tipo de suelo, manejo de agua y condiciones climáticas. El hecho de adelantar el tratamiento entre 10-14 días respecto a una aplicación convencional en postemergencia precoz, reduce el control residual y el consiguiente efecto de persistencia sobre las nuevas germinaciones de Echinochloa spp.

Bajo estas condiciones es de esperar una rápida reinfestación y una mayor presión de malas hierbas en los tratamientos de repaso que deberán aplicarse en postemergencia media o tardía.

Dos variantes de los tratamientos en pre-siembra estarían constituidas respectivamente por las aplicaciones de anti-gramíneos específicos contra el arroz salvaje y los tratamientos de oxadiazón contra Heteranthera sp. Ambos tipos de aplicaciones tienen un efecto

Infestación de Echinochla hispidula. El control eficaz de estas especies representa la principal preocupación de los arroceros españoles.

Tratamiento excesivamente tardío a base de propanil para el control de *Echinochloa* spp. En los tratamientos "apagafuegos" gran parte del daño al cultivo por la competencia de la mala hierba ya está hecho.

contra Echinochloa, que en condiciones normales será siempre parcial ya que se producirán nuevas germinaciones durante el desarrollo del cultivo.

II) Tratamientos de postermergencia precoz a base de granulados

Al igual que en el caso anterior se utilizan básicamente tiocarbamatos o combinaciones entre ellos (Molinato, Dimepiperato, Tiobencarb, Molinato + Bensulfurón, Molinato + Tiobencarb, Molinato + Mefenacet, Molinato + Dimepiperato).

Los formulados a base de Molinato, Molinato+Bensulfurón y, en menor medida, Dimepiperato son los tratamientos más generalizados. Todos estos productos son activos fundamentalmente contra Echinochloa spp. Unicamente la asociacion de Molinato + Bensulfurón ofrece además del control de Echinochloa spp, actividad sobre otras especies problemáticas de hoja ancha y ciperáceas.

Estos herbicidas se aplican en postemergencia precoz , 1-2(-3) semanas después de la siembra según zonas y condiciones climáticas, sobre plantas de Echinochloa spp. entre 1-3 hojas de acuerdo con el perfil y flexibilidad de las diversas materias activas.

Los tratamientos se realizan sobre campos inundados, con el agua estancada, y niveles medios de 10-12 cm. Normalmente se recomienda que el agua no circule durante un periodo de 2-3 días, excepto en el caso de Molinato+Bensulfurón donde el periodo mínimo recomendado es de 5 días.

En la zona arrocera de Sevilla, con parcelas de arroz de mayor tamaño que en otras áreas, estos tratamientos se realizan en la siembra o poco después, utilizándose normalmente medios aéreos para la aplicación de los herbicidas granulados.

El interés de este tipo de tratamientos radica en que consiguen controlar la primera emergencia o generación de Echinochloa spp. pero debido a la persistencia limitada de los tiocarbamatos, se suelen producir reinfestaciones. Estas nuevas nascencias necesitan ser controladas con tratamientos adicionales en postemergencia media-tardía.

Esta modalidad de tratamientos estuvo bastante generalizada en el conjunto de zonas arroceras, si bien es cierto que en los últimos 4-5 años ha sufrido una considerable disminución. Esta recesión se explica en parte por aspectos técnicos, como pueden ser las deficiencias de control sobre Echinochloa spp. y, en ocasiones, los problemas de fitotoxicidad que algunas materias activas pueden ocasionar dependiendo del vigor del cultivo y de las condiciones climáticas.

Por otro lado, han confluido también otros factores como son el creciente interés en cultivar el arroz con niveles bajos de agua en las primeras fases de desarrollo, técnica incompatible con la capa de agua de 10-12 cm que necesitan la mayoría de estos productos para actuar correctamente.

También existen otras dificultades añadidas ligadas correcto manejo de los niveles de agua, así como a la manipulación, almacenaje y la aplicación de este tipo de productos. Tampoco hay que olvidar la baja rentabilidad de la mayor parte de estos productos para la red de distribución.

Todos estos factores han motivado una tendencia progresiva hacia la sustitución de las aplicaciones convencionales de herbicidas granulados por tratamientos de postermergencia foliar con herbicidas sistémicos o de contacto que ofrecen mayor flexibilidad al arrocero y normalmente una mayor eficacia.

III) Tratamientos de postemergencia foliar

Este tipo de tratamientos ha sufrido una notable difusión en las últimas 2-3 campañas. Su objetivo básico es el de controlar las especies de Echinochloa. Dependiendo del perfil y flexibilidad que ofrezcan los productos disponibles en este segmento en cuanto al estado de desarrollo de Echinochloa spp., la postemergencia puede ser precoz (1-2- (3) hojas), media (4 hojas-inicio de ahijado) o tardía (ahijamiento).

En el primer intervalo se incluye la materia activa cyhalofop-butilo; en el segundo, el herbicida Azimsulfurón, con un espectro de control que incluye no sólo Echinochloa sino también ciperáceas y otras malas hierbas de hoja ancha si están presentes en el momento del tratamiento.

El segmento de postemergencia media-tardía estaría representado fundamentalmente por las materias activas Quinclorac y Propanil. Especialmente este último herbicida sigue siendo utilizado en muchas ocasiones como tratamiento "apagafuegos", lo que implica que sea aplicado sobre plantas de Echinochloa spp. excesivamente desarrolladas , que ya han ejercido un nivel de competencia importante con el cultivo de arroz. Se necesitan dosis elevadas, tratamientos secuenciales ("split") y el nivel de eficacia suele ser, en muchas ocasiones, incompleto.

Asimismo, la selectividad para el cultivo puede verse comprometida, con el uso de algunas formulaciones líquidas 35% EC que parecen no reunir las suficientes garantías de calidad y estabilidad de la formulación. Estos problemas de selectividad se han visto agravados últimamente en algunos formulados líquidos debido fundamentalmente a la búsqueda de alternativas a la isofurona, que ha sido prohibida en España como disolvente de los concentrados emulsionables de propanil 35%.

El quinclorac posee únicamente acción contra Echinochloa spp. Es frecuente que se aplique en mezcla con propanil para completar el espectro de actividad sobre las diferentes especies de Echinochloa, ya que quinclorac sólo no controla E. crus galli (panissola) y la eficacia contra E. hispidula, especie próxima a la anterior, no es totalmente satisfactoria.

Tanto propanil como quinclorac suelen mezclarse en tanque con herbicidas activos contra ciperáceas y especies de hoja ancha para poder al mismo tiempo controlar sobre este tipo de flora. Las mezclas con bensulfurón son muy frecuentes, debido a su perfil de selectividad y a su buena compatibilidad en mezclas en tanque con otros herbicidas.

El control de otras malas hierbas gramíneas como *Leptochloa fascicularis*, *Leersia oryzoides* y *Glyceria* spp resulta más complicado. En general, se ha trabajado poco sobre ellas debido a su presencia limitada y normalmente concentrada en ciertas zonas. Has-

El objetivo principal de los arroceros es conseguir campos limpios de malas hierbas y una buena cosecha (cantidad y calidad).

ta la fecha no se ha profundizado convenientemente para definir unas estrategias de control que impidan limitar su proliferación y, en general, se dispone de poca información sobre la eficacia de las materias activas actualmente autorizadas en el cultivo. En el caso de Leptochloa fascicularis, encontrada en los arrozales de Andalucía y Extremadura, los herbicidas de postemergencia foliar se han revelado poco eficaces para contener esta especie, que ha visto favorecida su expansión en campos con niveles bajos de agua (una capa elevada de agua parece frenar su presencia y posterior desarrollo).

En lo que respecta a *Leersia oryzoides*, que ha sido detectada en la zona arrocera de Pals (Girona), el único herbicida eficaz para su control es el metsulfurón, a dosis de 1,5-2 g de ma/ha, registrado como herbicida de arroz en Italia y comercializado en la mezcla Bensulfurón + Metsulfurón.

En el caso de infestaciones de grama de agua (*Paspalum distichum*) en el interior de los campos, no existen actualmente herbicidas eficaces que estén autorizados y sean selectivos para el arroz. Si aparece en los márgenes, pueden utilizarse herbicidas anti-gramíneos sistémicos, usando pantalla protectora y teniendo siempre la precaución de no mojar el cultivo, bien directamente o bien mediante deriva. Si esta especie invade el interior de los campos, la única posibilidad de limitar su expansión se basa en la realización de escardas manuales.

Tratamientos para el control de malas hierbas de hoja ancha y ciperáceas

La germinación de las especies de hoja ancha (mono y dicotiledóneas) y ciperáceas suele ser posterior a la de las especies de *Echinochloa*, excepto para casos puntuales de la ciperácea perenne Scirpus maritimus y de plantas de Alisma plantago-aquatica procedentes de rizoma invernante. Ambas especies, junto con las otras tres ciperáceas anuales *Scirpus mucronatus, Scirpus supinus* y *Cyperus difformis, Typha angustifolia, Ammannia coccinea, Bergia capensis* y los problemas localizados de las especies de *Heteranthera* (*H.reniformis, H.limosa* y en mucha menor dimensión *H. rotundifolia*) representan la principal problemática a la que se enfrentan los arroceros.

En general, la preocupación por el control de esta clase de infestantes es menos acusada que en el caso de *Echinochloa* spp. o de arroz salvaje.

Los tratamientos contra este tipo de flora suelen realizarse entre 25-45 (-50) días después de la siembra mediante la aplicación de materias activas específicas contra hoja ancha y ciperáceas (bensulfurón, bentazona, bentazona + MCPA, cinosulfurón o mezclas de propanil + MCPA) si la eficacia contra *Echinochloa* ha sido satisfactoria.

Únicamente en algunas zonas, y en el caso de infestaciones muy tempranas de *Scirpus maritimus*, es necesario adelantar el tratamiento para evitar la fuerte competencia que esta ciperácea perenne podría ocasionar al cultivo. Bajo estas condiciones, el bensulfurón es el herbicida más apropiado, debido a su excelente selectividad.

Lo habitual es que en los herbicidas contra hoja ancha se mezclen con con herbicidas anti-*Echinochloa* de postemergencia (propanil y quinclorac). La introducción de las sulfonilureas en 1988 supuso un avance notable en las estrategias de control de la flora dicotiledónea y monocotiledónea no gramínea en el cultivo del arroz. A su amplio espectro de control sobre hierbas anuales y perennes se añadió la posibilidad de aplicación sin necesidad de desaguar completamente los campos, así como una persistencia adecuada y una buena selectividad para el cultivo.

Bensulfurón, dotado de una excelente selectividad, amplio espectro de acción, buena compatibilidad en mezclas y un control sobre nuevas germinaciones o rebrotes, es claramente la sulfonilurea de mayor difusión en el cultivo del arroz. Otra sulfonilurea de reciente introducción, Azimsulfurón, ofrece al margen de su control de *Echinochloa* spp.una excelente eficacia contra las malas hierbas ciperáceas, en especial contra *Scirpus maritimus*. Los tratamientos a base de otros herbicidas de contacto, como Bentazona + MCPA y mezclas en tanque de Propanil + MCPA están también bastante generalizados.

En lo que respecta a las infestaciones de *Heteranthera*, los tratamientos de oxadiazón en presiembra pueden ofrecer un buen control. Las sulfonilureas poseen un control interesante en los primeros estadíos de desarrollo (cotiledones-2 hojas) y pueden contener las primeras germinaciones. Es de destacar la buena eficacia de Azimsulfurón contra *H. limosa*.

Tratamientos para el control de arroz salvaje (*Oryza sativa* var.)

La problemática del arroz salvaje afecta en mayor o menor dimensión a la totalidad de las zonas arroceras españolas. Actualmente, al margen del control estrictamente químico, la difusión de esta especie se puede paliar en parte mediante la utilización de semilla de arroz certificada, labores mecánicas (fangueado), rotación de cultivos cuando sea posible y escardas manuales.

La difusión de las técnicas de tratamientos herbicidas en presiembra con el uso de graminicidas específicos (Cicloxidim y Cletodim principalmente) no ha sido uniforme y, en la actualidad, dicha técnica de tratamiento está bastante localizada en Tarragona (Delta del Ebro) y en menor dimensión en Extremadura, no teniendo por el momento una difusión de importancia en el resto de zonas.

En las dos últimas campañas se han realizado también en algunas zonas tratamientos con materias activas no autorizadas en arroz (Dimetanamida), por referencias de su uso previo en algún otro país arrocero de la comunidad europea, lo que ha provocado problemas serios de fitotoxicidad que han causado daños severos en varios campos.

El fundamento de la técnica de tratamientos de pre-siembra es también aplicable al caso donde se utilicen labores de fangueado (control mecánico). Consiste en inundar ligeramente los campos entre 2 y 3 semanas antes de la fecha prevista de siembra para favorecer de ese modo la germinación de las semillas de arroz salvaje a la que acompañan también la de parte del banco de semillas de

TABLA 2.
ESTRATEGIAS DE TRATAMIENTOS HERBICIDAS EN EL CULTIVO DEL ARROZ.
1ª Parte.

MATERIA ACTIVA (%)	DOSIS g.m.a./ha	OBSERVACIONES
CONTROL DE *Echinochloa* spp. TRATAMIENTOS DE PRESIEMBRA O POSTEMERGENCIA PRECOZ (GRANULADOS - TIOCARBAMATOS)		
Dimepiperato (5%)	2.500-3.250	Adecuar la dosis al estadio de Echinochloa spp. Plantas con un máximo de 1.5 hojas. Actividad complementaria sobre Cyperus difformis. Buena selectividad tanto en siembra como en postemergencia precoz. Agua estancada durante 2 días.
Molinato (5%, 7,5%, 72%, 91%)	3.750-4.500	Aplicación en pre-siembra: incorporar mediante una labor e inundar lo antes posible. Aplicación sobre campos inundados: plantas de Echinochloa con max. 2 hojas. Agua estancada durante 48-72 horas tras el tratamiento.
Tiobencarb (10%)	4.000-5.000	Plantas de Echinochloa spp. hasta 1.5 hojas. Arroz con más de 1.5 hojas.Efecto complementario sobre Scirpus mucronatus. Puede provocar problemas de fitotoxicidad por lo que, a menudo, se aplica con agua en ligera circulación. Evitar la aplicación si la temperatura del agua es elevada.
Molinato + bensulfurón (8% + 0,08%)	4.040-4.848	Aplicación sobre campos inundados. Plantas de Echinochloa con 2-3 Hojas. Hoja ancha y ciperáceas : cotiledones-2 hojas Agua estancada durante mínimo 5 días. Control conjunto de Echinochloa spp. hoja ancha y ciperáceas. Efecto complementario sobre algunas algas.
Molinato + dimepiperato (2,5% + 3,5%)	3.000-3.600	Activo contra Echinochloa spp. hasta un máximo de 2 hojas. Tras la aplicación, se debe estancar el agua durante 48 horas.
Molinato + mefenacet (4,5% + 1,5%)	3.600	Activo contra Echinochloa spp. Aplicar a partir de las 3 hojas del arroz. Aplicaciones antes de este estado pueden resultar fitotóxicas. Tendencia a ser aplicado con agua en ligera circulación para evitar problemas de falta de selectividad. Mantener el agua estancada durante 2-3 días. Actividad complementaria sobre algunas algas.
Molinato + tiobencarb (4,5% + 4,5%)	4.500-5.400	Aplicar sobre plantas de Echinochloa spp. hasta un máximo de 2 hojas. Posee un efecto frenante sobre el alga Chara spp. Agua estancada durante 2 días.
CONTROL DE *Echinochloa* spp. TRATAMIENTOS FOLIARES DE DE POSTEMERGENCIA PRECOZ		
Cyhalofop n-butil éster (20%)	300	Aplicar sobre plantas de Echinochloa spp. con 1-3 hojas. A partir de ese estado la eficacia disminuye sensiblemente. Debe añadirse mojante Codacide a a dosis de 1.5 litros/ha . Antes del tratamiento deberá vaciarse el agua de los campos para favorecer el efecto de contacto. Reintroducir el egua en la parcela a las 24 horas.Tras el Posee muy buena selectividad para el cultivo. No puede mezclarse con propanil o con herbicidas fenoxiderivados.
CONTROL DE Echinochloa spp. TRATAMIENTOS FOLIARES DE DE POSTEMERGENCIA MEDIA		
Azimsulfurón (50%)	20	Eficaz contra Echinochloa spp. así contra malas hierbas ciperáceas y especies de hoja ancha presentes en el momento del tratamiento. E. crus- galli es sensible incluso en estados avanzados de desarrollo. Las demás especies (E. hispidula, E. oryzicola, E. oryzoides) deben controlarse antes de la fase de ahijamiento. Debe añadirse Surfactante DP a dosis entre 100-300 cc/ha. Tratar sobre plantas de arroz a partir de 3-4 hojas, en buen estado sanitario y vegetativo. Tratar con niveles bajos de agua (1-2 cm) y reintroducir al agua a partir de las 24 horas.. No mezclar con propanil en tanque ya que se produce antagonismo en el control de Echinochloa. Puede mezclarse con quinclorac y con herbicidas fenoxiderivados.
CONTROL DE Echinochloa spp. TRATAMIENTOS FOLIARES DE DE POSTEMERGENCIA TARDÍA		
Propanil (35%, 80%)	2.800-4.200	Mayor actividad sobre plantas jóvenes de Echinochloa spp. Sobre plantas más desarrolladas necesidad de tratamientos split (dos pases) separados normalmente 2-5 días a dosis de entre 3500-4200 g. ma/ha por tratamiento. Aplicaciones sobre suelo húmedo o con niveles muy bajos de agua. Reintroducción de agua a las 24-36 horas. Controla algunas malas hierbas ciperáceas y de hoja ancha en primeros estados. Evitar la coincidencia con tratamientos a base de insecticidas organo-fosforados ya que se produce fitotoxicidad en el arroz. Las formulaciones granuladas (80%) ofrecen una excelente selectividad para el cultivo, al carecer de disolventes. Atención a los posibles problemas de fitotoxicidad que pueden ocasionar algunas formulaciones líquidascon deficiente calidad de formulación. Puede mezclarse con bensulfurón, quinclorac, fenoxiderivados y otros herbicidas autorizados en arroz.
Quinclorac 25%	625-1.000	Activo contra Echinochloa spp. Control deficiente sobre E. crus-galli. Normalmente se aplica en mezcla con propanil, para complementar la eficacia contra Echinochloa spp. a dosis de 600-750 g. ma/ha de quinclorac + 2800-3500 g. ma/ha de propanil. Para el control de malas hierbas ciperáceas y de hoja ancha, acostumbra a mezclarse con bensulfurón. Aplicar sobre campos con niveles de agua de 2-3 cm y mantenerla estancada durante un mínimo de 48 horas. Únicamente en rotación arroz sobre arroz, ya que puede causar daños sobre otros cultivos hortícolas que sigan al arroz. Prohibido su uso en la zona arrocera de Valencia.
CONTROL DE MALAS HIERBAS CIPERÁCEAS Y OTRAS ESPECIES DE HOJA ANCHA. TRATAMIENTOS FOLIARES DE POSTEMERGENCIA		
Bensulfurón (60%)	50-60	Activo contra ciperáceas y malas hierbas de hoja ancha, anuales y perennes. Posee muy buena selectividad para el cultivo de arroz. Buena compatibilidad en mezclas con dosis reducidas de otros herbicidas de postemergencia (propanil/MCPA, bentazona,..) que mejoran la rapidez de acción y la eficacia sobre malas hierbas más desarrolladas. La adición demojante mejora también la eficacia sobre hierbas difíciles. Los mejores resultados se obtienen tratando con niveles bajos de agua (1-3 cm). El correcto manejo del agua tras la aplicación es muy importante para asegurar un buen control sobre nuevas nascencias de malas hierbas. Agua estancada 5 días tras el tratamiento.
Azimsulfurón (50%)	20	Posee muy buen control contra ciperáceas y otras especies de hoja ancha, tanto anuales como perennes. Los mejores resultados se obtienen sobre plantas en primeros estados (cotiledones/4-6 hojas). Es de destacar la excelente eficacia contra Scirpus maritimus, incluso tratando sobre plantas muy desarrolladas. La adición de Surfactante DP mejora la eficacia. Tratar sobre plantas de arroz en buen estado sanitario y vegetativo, con niveles bajos de agua (1-2 cm). Reintroducir el agua a partir de las 24 horas .
Bentazona (48%)	1.440-2.400	Acción más lenta y espectro más reducido que la mezcla bentazona + MCPA. Posee muy buena selectividad para el cultivo. Desaguar el campo, aplicar sobre terreno húmedo o niveles muy bajos e inundar nuevamente a los 2-3 días.
Bentazona + MCPA (40% + 6%)	1.380-2.300	Aplicar sobre suelo húmedo o niveles muy bajos e inundar a los 2-3 días. Vigilar cultivos próximos sensibles a hormonales.
Cinosulfurón (20%)	60-100	Activo contra ciperáceas y otras malas hierbas de hoja ancha. A dosis elevadas puede ocasionar problemas de fitotoxicidad en el arroz. Necesita un correcto manejo del agua para controlar nuevas germinaciones. La dosis más elevada para control de Alisma. Aplicar a 40 g. ma/ha si se mezcla con bentazona.
Propanil (1) + MCPA(2) (35%, 80%) 40%	1.050-1.400 (1) + 300-400 (2)	Se utilizan en mezcla en tanque a dosis reducidas de ambas m.a. para control de alismatáceas, ciperáceas y otras malas hierbas de hoja ancha. *En general esta mezcla suele ofrecer mejor actividad contra ciperáceas anuales que no contra especies de hoja ancha o Scirpus maritimus.*

TABLA 2.
ESTRATEGIAS DE TRATAMIENTOS HERBICIDAS EN EL CULTIVO DEL ARROZ.
2ª Parte.

MATERIA ACTIVA (%)	DOSIS g.m.a./ha	OBSERVACIONES
CONTROL DE ARROZ SALVAJE. TRATAMIENTOS DE PRESIEMBRA.		
Cicloxidim 10%	200-300	Controla arroz salvaje y plantas de Echinochloa spp.Tratamientos sobre campos desaguados con el nivel de agua lo más bajo posible. Inundar nuevamente a las 24-36 horas. Evitar la coincidencia con tratamientos insecticidas organofosforados.
Cletodim 24%	120-168	Controla arroz salvaje y plantas de Echinochloa spp. Los campos deben desaguarse adecuadamente antes del tratamiento. Deberán transcurrir un mínimo de 4 días entre la aplicación y la siembra del arroz
Glifosato 36%	540-1080	Tratar en pre-siembra del cultivo. Reintroducir el agua a partir de las 48 horas y proceder a la siembra. Controla plantas de arroz salvaje y de Echinochloa spp.
CONTROL DE *Heteranthera*.		
Oxadiazón (25%)	250-500	Aplicar en pre-siembra (3-4 días antes de la siembra) sobre campos inundados y en pre-emergencia de las plantas de Heteranthera spp. Posee un control parcial sobre otras especies de malas hierbas (Echinochloa, Alisma, Cyperus,...). La aplicación deberá realizarse correctamente para evitar problemas de fitotoxicidad en el arroz.
Azimsulfurón 50%	20	Aplicación en postemergencia, sobre plantas en primeros estados. La adición de Surfactante DP, mejora la eficacia final. Posee muy buen control sobre Heteranthera limosa, incluso sobre plantas que hayan sobrepsado las 2-4 hojas. Heteranthera reniformis es sensible en estados iniciales (cotiledones/1-2 hojas)

Echinochloa spp. Una vez que las plántulas de ambas malas hierbas alcanzan las 2-3 hojas, se desaguan los campos y se aplican los graminicidas específicos.

Posteriormente se inundan nuevamente los campos, se deja circular libremente el agua para lavar el terreno durante el periodo de tiempo que necesite cada producto y se procede a la siembra del cultivo. Esta técnica de tratamiento retrasa la emergencia de las plantas de *Echinochloa* spp. con respecto al nivel de emergencia que tendría lugar bajo condiciones normales de cultivo. Las nuevas nascencias podrán ser controladas en postemergencia, junto con el resto de la flora mono y dicotiledónea no gramínea, con cualquiera de las alternativas expuestas anteriormente.

En la **Tabla 2** se incluyen las materias activas registradas actualmente en España con uso autorizado en el cultivo de arroz.

Conclusiones

El control eficaz de las malas hierbas típicas del cultivo de arroz se ve condicionado por el rápido desarrollo y la fuerte competitividad de la flora orizícola, con especies muy adaptadas a vegetar y desarrollarse de forma óptima con una capa de agua más o menos constante a lo largo de todo el ciclo.

A estos factores hay que añadir la complicación adicional que representa para la gama actual de materias activas disponibles el poder exprimir su control herbicida en el medio acuático donde se desarrolla dicho cultivo.

Normalmente deben realizarse 2, 3 o más tratamientos herbicidas, de acuerdo con la problemática y la presión de malas hierbas existente en los campos. Los arroceros acostumbran a mezclar productos en el tanque, buscando optimizar los tratamientos y tratando de complementar la actividad de los herbicidas anti-*Echinochloa* con las materias activas que controlan las especies ciperáceas y de hoja ancha. También es frecuente que a la escarda química deba añadirse la escarda manual, para poder eliminar de los campos las gramíneas que han escapado de los tratamientos. En este apartado se incluyen tanto especies de *Echinochloa* como plantas de arroz salvaje (*Oryza sativa* var.) y también individuos de *Leptochloa fascicularis*.

Los tratamientos contra *Echinochloa* spp. a base de Tiocarbamatos (principalmente en forma de herbicidas granulados) en aplicaciones tanto de pre-siembra como en postermergencia precoz (1-3 hojas de *Echinochloa* spp.) han sufrido una disminución notable en los últimos años, siendo progresivamente remplazados por herbicidas de postermegencia (precoz, media o tardía) con acción foliar (contacto o translocación). Este tipo de productos suelen ofrecer a los arroceros una mayor flexibilidad y eficacia y entre ellos se encuentran materias activas como Azimsulfurón, Propanil, Cyhalofopnbutil éster y Quinclorac.

Para el control de la flora ciperácea y de las especies de hoja ancha se utilizan herbicidas específicos como Bensulfurón, Bentazona, Bentazona + MCPA y también mezclas en tanque de Propanil+MCPA. Cabe resaltar el excelente nivel de eficacia que ofrece Azimsulfurón contra *Scirpus maritimus*, incluso con fuertes infestaciones y en estados avanzados de desarrollo.

El control de arroz salvaje exige la combinación de tratamientos en presiembra a base de graminicidas específicos (cicloxydim, cletodim, glifosato), labores mecánicas (fangueado), prácticas culturales (semilla certificada, rotación de cultivos,..) y, en muchas ocasiones, escardas manuales.

El control de las especies de *Heteranthera* se puede realizar en presiembra con Oxadiazón o en postemergencia utilizando sulfonilureas, siendo destacable la eficacia de Azimsulfurón contra *Heteranthera limosa*.

Las tendencias futuras en el control de malas hierbas en arroz parecen sugerir el uso cada vez más extendido de herbicidas de postemergencia (foliares), con enfoque prioritario en el control de *Echinochloa* spp y/o amplio espectro de actividad, dotados de buena selectividad y que permitan reducir el número total de tratamientos por campaña.

Otros valores adicionales a considerar serán su bajo impacto medioambiental y su buena compatibilidad en mezclas. Los productos que encajen en este perfil podrán facilitar a los arroceros el cultivo del arroz con niveles bajos de agua en las primeras fases junto con un buen nivel de eficacia sobre la flora orizícola típica. Asimismo les ayudaría a estar en línea con los requisitos cada vez más exigentes de respeto al medio ambiente, aspecto éste de especial relevancia si consideramos que nuestras zonas arroceras clave están bajo el área de influencia de parques naturales. ■