

Arylex™ active, un nuevo herbicida de hoja ancha para cereales, cultivos perennes y colza: el primer miembro de una nueva familia química, los arilpicolinatos

Borja Clemente^{1✉}, Rocío Pericas¹, Francisco Javier García Domínguez¹,
Ignacio González^{1✉}, Dominique Larelle²

¹Dow AgroSciences Iberica S.A. Ribera del Loira 4-6, 28042 Madrid

²Dow AgroSciences SAS (France), 6 rue Jean-Pierre Timbaud, Montigny le Bretonneux, 78067 Saint-Quentin en Yvelines

✉ bclemente@dow.com / ilgonzalez@dow.com

Resumen: Arylex™ active (halauxifen-metil) es una nueva sustancia activa, descubierta por Dow AgroSciences, que pertenece a una nueva familia química, los arilpicolinatos, dentro de las auxinas sintéticas (grupo O, HRAC). Los arilpicolinatos interrumpen la regulación del crecimiento de las plantas, adhiriéndose a receptores auxínicos específicos, en este caso a AFB5, diferenciándose del resto de auxinas sintéticas. Arylex está formulado en mezcla con florasulam, fluroxipir o aminopirralida mostrando todas ellas excelente selectividad y eficacia dependiendo del cultivo. Arylex aplicado en post-emergencia controla *Galium aparine*, *Fumaria officinalis* y *Papaver rhoeas* en cereal, entre otras malas hierbas.

Palabras clave: arylex, halauxifen-metil, cereales, perennes, colza, herbicida hoja ancha, arilpicolinatos, Dow AgroSciences.

1. INTRODUCCIÓN

La revolución industrial fue el primer periodo histórico durante el que hubo simultáneamente un incremento de la población y un incremento de la renta per cápita (Hudson and Pat, 1992). En Europa, la población pasó de 100 millones en 1700 hasta alcanzar 400 millones en 1900 (Slater, 1998). Este hecho llevaba asociado una mejora en la producción agrícola para poder abastecer a dicha creciente población. Uno de las mejoras introducidas fue el uso de fitosanitarios para el control de plagas, enfermedades y malas hierbas.

El uso generalizado de productos fitosanitarios desde 1950 ha contribuido a un manejo más eficiente, cómodo y rápido de los organismos que afectan a los cultivos. A su vez, ha generado la aparición de resistencia a los mismos. Este fenómeno es más notable en el uso de herbicidas donde se contabilizan a día de hoy 1014 casos en todo el mundo (Heap, 2017).

En Europa se han detectado 333 de estos, dentro de los cuales 122 son casos de resistencia a herbicidas pertenecientes al grupo C1 (clasificación HRAC), 104 a herbicidas del grupo B, 40 a herbicidas del grupo A y solo 7 a herbicidas del grupo O (Heap, 2017).

A pesar de los casos de resistencia detectados, los herbicidas continúan siendo un factor fundamental dentro de los programas tanto de manejo de malas hierbas como de manejo de resistencias a herbicidas. La base de cualquier programa de manejo debe ser el uso de un sistema sostenible que integre métodos de control físicos, biológicos y químicos (varios autores, FAO 2012).

El número de materias activas aprobadas se ha reducido drásticamente desde el año 1991 (950 sustancias registradas) hasta la actualidad (unas 300, de las cuales 120 son candidatas a la sustitución) debido al impacto de la regulación europea sobre materias activas disponibles (Reglamento 3600/92; Reglamento 451/2000; Reglamento 1112/2002; Decisión 2003/565/CE; Reglamento 33/2008).

A pesar de las complejidades e incertidumbres para la aprobación de nuevas sustancias activas, Dow AgroSciences continua creando soluciones para un mundo creciente, invirtiendo en activos con bajo riesgo de desarrollo de resistencias, como lo son todos aquellos pertenecientes a los grupos de herbicidas, según HRAC, O, C3, G y H (Beckie H.J., 2007).

Fruto de su reciente investigación, nace Arylex™ un nuevo activo para el control en post-emergencia de malas hierbas de hoja ancha. Este activo se caracteriza por adoptar bajas dosis de uso, ser muy selectivo para los cultivos, mostrar una eficacia elevada independientemente de las condiciones climáticas y mostrar unos perfiles eco y toxicológicos muy favorables.

Arylex™ (halauxifen-metil) fue aprobado en mayo de 2015 bajo el Reglamento (EC) N° 1107/2009 relativo al uso y comercialización de productos fitosanitarios, después de su revisión por Reino Unido, como Estado Miembro Ponente y por EFSA (European Food Safety Authority). De acuerdo a la actualización del Reglamento de la Comisión (EU) N° 2015/1165, Arylex™ está autorizado en Europa desde el 5 de Agosto de 2015. Se espera el primer registro en España durante 2017.

Esta sustancia activa se ha formulado en mezcla con otros activos incluyendo florasulam, aminopyralid, fluroxypyr y picloram para su comercialización en diferentes cultivos como cereales, olivos, cítricos y colza.

1.1. Descripción química de Arylex™

Nombre común: (ISO halauxifen-methyl
aprobación provisional):

Nombre químico (IUPAC): methyl 4-amino-3-chloro-6-(4-chloro-2-fluoro-3-methoxyphenyl)
pyridine-2-carboxylate

N° registro CAS: 943831-98-9

Familia química: arilpicolinato

Formula empírica: C₁₄H₁₃Cl₂FN₂O₃

Masa molecular: 347.17 g/mol

Densidad relativa: 1.5057 g cm⁻³ at 20°C

Punto de fusión: 145.5°C

Presión de vapor: 5.9 x 10⁻⁹ Pa at 20°C

1.2. Modo de acción. Arylex™ es miembro de una nueva familia, los arilpicolinatos, dentro del grupo O (auxinas sintéticas), según HRAC, y difiere de otros miembros de la familia de los piridin-carboxílicos (por ej. aminopiraldida, clopiraldida...) porque presenta una sustitución 6-phenil en el anillo piridinico. El lugar de anclaje de los arilpicolinatos también difiere de los oxi-acetatos (ej. 2,4-D fluroxipir...).

Se mueve sistémicamente dentro de la mala hierba anclándose en los lugares comunes de recepción de las plantas. A diferencia de otras auxinas sintéticas como 2,4-D y MCPA, que tienen mayor afinidad con el receptor TIR1, los arilpicolinatos ensamblan principalmente con el receptor AFB5. Esto causa una disrupción del crecimiento de la planta y su ruta metabólica, lo que causa una división celular y crecimiento desigual, matando definitivamente la planta. Cuando se aplica en post-emergencia, Arylex™ es eficaz a baja dosis para el control de varias malas hierbas incluidas aquellas resistentes a los inhibidores de la enzima acetolactato sintetasa (ALS) como *Stellaria* spp. y *Papaver rhoeas*.

1.3. Modo de penetración. Arylex™ es absorbido principalmente por las hojas y ligeramente por las raíces. La forma activa es el halauxifen ácido obtenido por desesterificación dentro de las malas hierbas traslocándose a través del floema y xilema hasta los puntos de crecimiento de estas.

1.4. Características de los arilpicolinatos. Los arilpicolinatos presentan varios puntos de similitud con el resto de auxinas sintéticas. Pero también varias características diferenciadoras (Tabla 1).

Tabla 1. Puntos de similitud y diferenciación entre las auxinas sintéticas y los arilpicolinatos

Similitud	Diferenciación
Mismo modo y lugar de acción	Punto de anclaje único
Misma vía de absorción y translocación	Alta afinidad de anclaje en el receptor AFB5
	Baja afinidad de anclaje en el receptor TIR1
Progresión sintomatológica	Bajas dosis de uso
Versatilidad en sistemas de cultivo	Rendimiento consistente independientemente de las condiciones climáticas
Control efectivo en dicotiledóneas clave	Rápida degradación y baja volatilidad
Control completo de hierbas difíciles en semanas	Compatibilidad con otras moléculas

El objetivo de este trabajo es mostrar la eficacia de las formulaciones de Arylex™ en el Sur de Europa sobre poblaciones de malas hierbas susceptibles y resistentes en cereal.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Se han realizado más de 300 ensayos en toda Europa con formulaciones a base de Arylex™ en diferentes cultivos desde 2011 hasta 2016, principalmente en cereales. En el presente documento se resumen los datos de eficacia obtenidos en 37 de ellos.

2.1. Formulaciones testadas. Varias formulaciones han sido desarrolladas y posteriormente testadas sobre poblaciones de malas hierbas, algunas resistentes a herbicidas, principalmente a herbicidas del grupo B. Estas formulaciones están básicamente compuestas por activos del grupo O (HRAC).

Tabla 2. Formulaciones testadas en España sobre poblaciones de malas hierbas resistentes

Nº formulación	Composición (gae/L)	Modo de acción	Grupo HRAC
GF-2644	Arylex + florasulam	Auxina sintética + inhibidor ALS	O + B
GF-2818	Arylex + aminopiraldida	Auxina sintéticas	O + O

2.2. Malas hierbas evaluadas. Se realizaron 37 ensayos de eficacia en cereal con las formulaciones GF-2818 y GF-2644 sobre *Fumaria officinalis* (FUMOF), *Galium aparine* (GALAP) y *Papaver rhoeas* (PAPRH) en la zona mediterránea europea. De los 37 ensayos 14 se realizaron en España (5 en FUMOF, 1 en GALAP, 1 en PAPRH y 7 en PAPRH resistente), 14 en Italia (4 en FUMOF, 3 en GALAP, 6 PAPRH y 1 en PAPRH resistente), 6 en Francia (3 en PAPRH y 3 en PAPRH resistente), 1 en Grecia (FUMOF) y 2 en Bulgaria (PAPRH).

2.3. Diseño experimental. Todos los ensayos de eficacia en cereal fueron realizados en campo y diseñados como bloques al azar con 4 repeticiones y un tamaño mínimo de parcela experimental de 14 m² en cereal. Los testigos fueron semipareados, pudiendo comparar siempre una parcela tratada con una sin tratar. Además, se llevaron a cabo siguiendo los estándares de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y las guías EPPO (European Plant Protection Organization) correspondientes (PP1_135, PP1_152, PP1_181, PP1_213, PP1_214 y las específicas PP1_049, PP1_090 y PP1_093). El tamaño de las malas hierbas en el momento de aplicación y las fechas de aplicación están recogidos en la tabla 3.

Tabla 3. Detalles de los ensayos

Cultivo	Hierba estudiada	Fecha aplicación	Evaluación (días tras aplicación)	Tamaño de la mala hierba
Cereal	FUMOF	De 31 de enero a 7 de mayo	56-57	BBCH 12-60
	GALAP		57-91	BBCH 15-37
	PAPRH susceptible		56-83	BBCH 13-39
	PAPRH resistente a ALS		51-91	BBCH 13-39

Todas las aplicaciones se hicieron en post-emergencia del cereal con un volumen de caldo entre 170 y 300 L/ha.

Se evaluaron los síntomas visuales de daño en el cultivo. Los parámetros de valoración fueron clorosis visual (%), inhibición del crecimiento (%) y reducción del vigor (%). Las valoraciones se hicieron a los 7, 13, 28 y 56 días después de la aplicación. Del mismo modo, se evaluó la eficacia herbicida de los diferentes formulados en % de control visual relativo a las parcelas testigo. El control se evaluó en una escala lineal donde 0% representa sin control y 100% representa muerte de la planta.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los 37 ensayos realizados en cereal de invierno, tanto GF-2644 como GF-2818 mostraron muy buena eficacia sobre FUMOF, GALAP y PAPRH (Tabla 4).

El rendimiento de GF-2818 en poblaciones de PAPRH resistente a sulfonilureas y a ácidos fenoxi-carboxílicos fue muy elevado con un 96.02% de eficacia.

En estas misma poblaciones resistentes, un herbicida ALS obtuvo 12,1% de control mientras que la combinación de una auxina sintética + nitrilo solo alcanzaron un 53.4% de control.

Tabla 4. Eficacia (en %) de GF-2818 y GF-2644 sobre malas hierbas de cereal

Hierba estudiada	Densidad (pl/m ²)	Nº de ensayos	GF-2818	GF-2644	Producto ALS	Auxina sintética + nitrilo
FUMOF	30.7 (8-138)	7	99.19%	98.2%	35.01%	82,90%
GALAP	32.5 (8-78)	4	99.50%	99.1%	98.20%	84.10%
PAPRH susceptible	91.4 (8-344)	16	98.68%	97.4%	93.28%	84.09% (8)
PAPRH resistente a ALS + auxinas sintéticas	313,7 (38-1320)	10	96.02%	87.5%	12.1%	53.40%

Así pues GF-2818 se posiciona como una nueva herramienta necesaria para el manejo integrado de poblaciones de *Papaver rhoeas* resistentes a sulfonilureas y a ácidos fenoxi-carboxílicos.

GF-2818 mostró una gran robustez cuando se analizaron las eficacias sobre FUMOF y PAPRH en función de la época de aplicación (Fig. 1). El valor medio de eficacia observado siempre fue superior a 97% (Fig. 1).

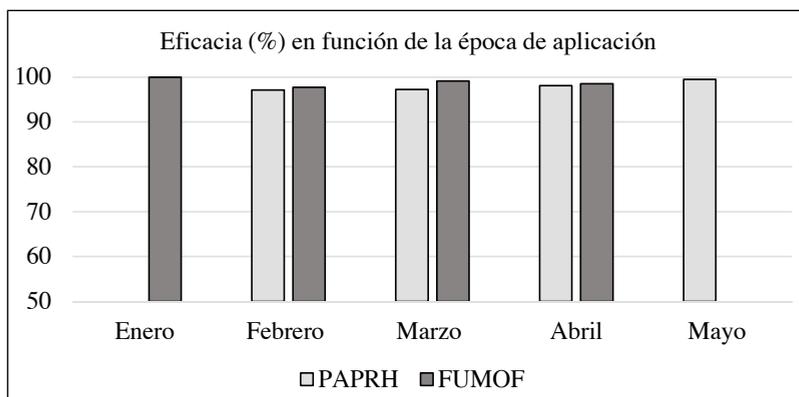


Figura 1. Eficacia (%) de GF-2818 sobre PAPRH (todos los biotipos) y FUMOF en función de la época de aplicación.

No se observó ningún daño en los cereales estudiados, solamente una ligera y transitoria clorosis a los 7-14 días después de la aplicación. Con lo que los productos a base de Arylex™ han sido muy selectivos en cereal.

Se podrían profundizar más en los resultados: por ejemplo, por qué bajan ligeramente las eficacias en las poblaciones resistentes de amapola? Destaca el GF-2644.

Los resultados de eficacia observados sobre las diferentes malas hierbas más comunes en cereal muestran una elevada eficacia de los compuestos formulados con Arylex™, incluso en poblaciones de hierbas que han mostrado una clara resistencia a sulfonilureas. Por lo tanto, Arylex™ se posiciona como una nueva herramienta clave para el manejo integrado de poblaciones de malas hierbas.

4. AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer la inestimable ayuda que todos los técnicos de las ADV's y de la red de distribución de fitosanitarios nos brindan. Y, por supuesto, a los agricultores por su generosidad y paciencia.

5. REFERENCIAS

- Beckie, H.J. (2007). Beneficial management practices to combat herbicide-resistant grass weeds in the northern great plains. *Weed Technology*, 21(2), 290-299. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/4495852>.
- European Commission (1992). Commission Regulation (EEC) No 3600/92 of 11 December 1992 laying down the detailed rules for the implementation of the first stage of the programme of work referred to in Article 8 (2) of Council Directive 91/414/EEC concerning the placing of plant protection products on the market. *European Commission, Official Journal L* 366, 15/12/1992 P. 0010 - 0016.
- European Commission (2002). Commission Regulation (EC) No 451/2000 of 28 February 2000 laying down the detailed rules for the implementation of the second and third stages of the work programme referred to in Article 8(2) of Council Directive 91/414/EEC. *Commission Regulation (EC) N° 1490/2002 of 14 August 2002. Official Journal n° L224*, page 23.
- European Commission (2002). Commission Regulation (EC) No 1112/2002 of 20 June 2002 laying down the detailed rules for the implementation of the fourth stage of the programme of work referred to in Article 8(2) of Council Directive 91/414/EEC. *Commission Regulation, Official Journal L* 168, 27/06/2002 P. 0014 – 0030.
- European Commission (2003). Décision de la Commission du 25 juillet 2003 prolongeant la période visée à l'article 8, paragraphe 2, de la directive 91/414/CEE du Conseil. *Commission Regulation, Official Journal L* 194, 31/07/2003 P. 0040 – 0043.
- European Commission (2008). Commission Regulation (EC) No 33/2008 of 17 January 2008 laying down detailed rules for the application of Council Directive 91/414/EEC as regards a regular and an accelerated procedure for the assessment of active substances which were part of the programme of work referred to in Article 8(2) of that Directive but have not been included into its Annex I (Text with EEA relevance). *Commission Regulation, Official Journal L* 15, 18/01/2008 P. 005 – 0012.
- FAO, several authors (2012). Guidelines on Prevention and Management of Pesticide Resistance. E-ISBN 978-92-5-107348-3.
- Heap, I (2017). The International survey of herbicide resistant weeds. Online. Internet. Tuesday, May 2.
- Hudson, Pat (1992). *The Industrial Revolution*. New York: Routledge, Chapman and Hall, Inc. p. 3.
- Slater S. (1998). *Encyclopædia Britannica*.
- Stephenson, G.A. & Solomon, K.R. (1993). *Pesticides and the Environment*. Department of Environmental Biology, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada.

Arylex™ active (halauxifen-methyl) is a new active ingredient™, discovered by Dow AgroSciences, that belongs™ to a new chemical family, the Arylpicolinates, from the synthetic auxins (group O, HRAC)

Abstract: Arylpicolinates interrupt plant growth regulation by binding with the specific auxin receptors that regulate plant growth, AFB5 in this case, in contrast with other synthetic auxins. Arylex is formulated in premix with florasulam, fluroxypyr or aminopyralid, all of which show high selectivity and efficacy, depending on the crop. With post-emergence applications, Arylex provides control of *Galium aparine*, *Fumaria officinalis* and *Papaver rhoeas* in cereals.

Keywords: arylex, halauxifen-methyl, cereals, perennials, rapeseed, broad leaf herbicide, arilpocolinatos, Dow AgroSciences.