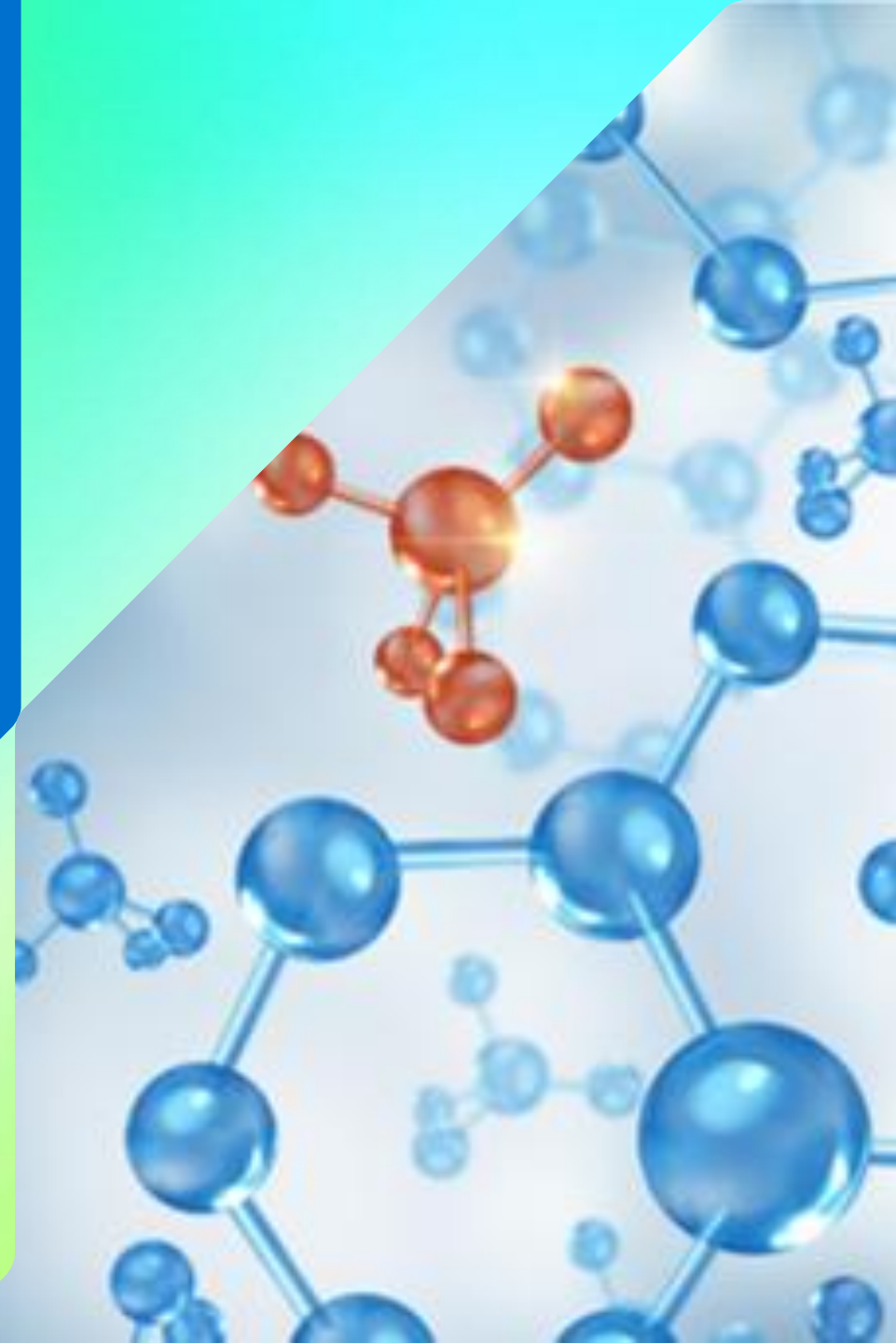




Investigación y desarrollo de herbicidas. Últimas tendencias

Jornada SEMh

Zaragoza 6 Noviembre 2025



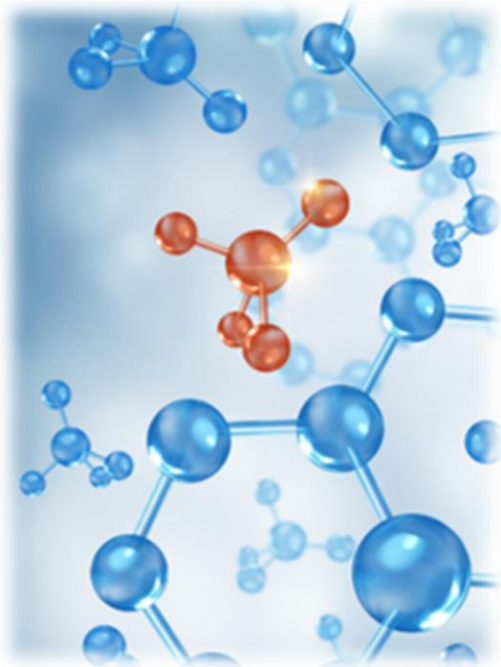
Situación actual del mercado de herbicidas



Situación actual del mercado de herbicidas en España

HRAC Grupo		Activos	Aprobados EU	Aprobados España	CfS	Casos resistencia publicados EU				
						Cereales	Maíz	Arroz	Perennes	Colza
Grupo 5	PSII inh. Seri.	73	7	7	3	X	X	X	X	X
Grupo 2	ALS inh.	58	20	20	4	X	X	X	X	X
Grupo 15	VLCFAS inh.	46	8	8	3	X				X
Grupo 14	PPO inh.	35	5	5	2	X			X	
Grupo 0	Unknown	26	4	3	1					
Grupo 4	Auxin mimics	26	15	15	1	X				
Grupo 1	ACCase inh.	25	10	10	2	X	X	X	X	X
Grupo 3	Microtub. Ase.	20	2	2	2	X			X	
Grupo 27	HPPD inh.	14	5	5	1		X			
Grupo 12	Phytoene Des.	7	4	4	2	X				
Grupo 29	Cellulose S. Inh.	7	1	1						
Grupo 6	PSII inh. Hist.	6	2	2				X		
Grupo 10	Glutamine S.	2	1	1					X	
Grupo 13	DDXPS inh.	2	2	1						
Grupo 34	Lycopene C. Inh.	2	2	2	2				X	
Grupo 9	ESPS inh.	2	2	2		X	X	X	X	X
Grupo 28	DHODH inh.	1	0	0						
Grupo 33	Phenoxyridazine	1	0	0						
TOTAL		352	90	88	23					

¿Quién investiga hoy?



**Compañías
internacionales
con I + D**

**Compañías
asiáticas
(China, Japón)**

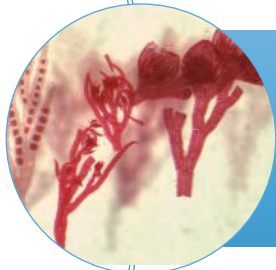
**Universidades
Centros de
investigación**

Start-ups

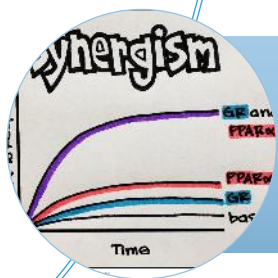
¿Qué tipo de investigación se está haciendo?



Química tradicional Nuevos activos, 2^a y 3^a oportunidades a moléculas antiguas



Bioherbidas Extractos de plantas, Residuos vegetales, Algas, Hongos, Bacterias, Aleloquímicos



Sinergismos Combinaciones de activos y biológicos

Química tradicional. Nuevas materias activas en el horizonte

Modo de Acción	Porcentaje (%)
Desconocido	25.25
PPO	24.59
HPPD	18.36
PDS/SDPS	12.13
Antitubulin	8.20
ACCCase	7.54
Auxin	3.93

Química tradicional. Nuevas materias activas en el horizonte

Compañías internacionales con I + D

Cinmethylin. FAT (grupo 30) Aprobado en UK

Bixlozone. Isoxazolidinone (grupo 13) Aprobado en UK

Tetflupyrolimet. nuevo modo de acción DHODH (grupo 28)

Icafolin. Antitubulin (grupo 23)

Rimisoxafen. doble modo de acción SDPS (grupo 32) & PDS (grupo 12)

Metproxybicyclone. ACCase (grupo 2)

Empresas chinas y japonesas

Fenquinotrione. HPPD (grupo 27)

Epyrifenacil. PPO (grupo 14)

Endothall. nuevo MoA STPP (grupo 31)

Cyclopyrimorate. Nuevo MoA HST (grupo 33)

KingAgroot

Flusulfenam. HPPD (grupo 27)

Bipyrazone. HPPD (grupo 27)

Cypyrafluone. HPPD (grupo 27)

Fenpyrazone. HPPD (grupo 27)

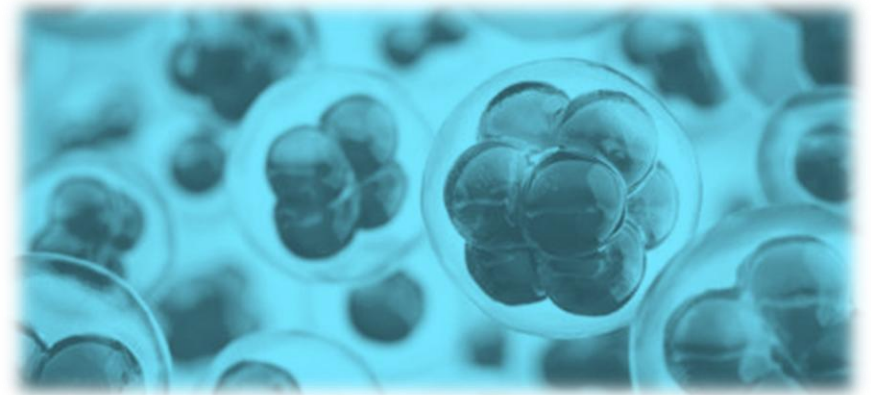
Cinflubroline. FAT (grupo 30)

Broclozone. Isoxazolidinone (grupo 13)

Química tradicional. Oportunidades para materias activas registradas

Se busca una segunda o tercera vida a los activos que se pueden/han podido defender:

- aclonifen en cereales
- diflufenican en maíz
- Arylex™ en cítricos, olivo y girasol
- Rinskor™ en maíz y en perennes



Biológicos

A pesar del gran número de patentes, productos y start-up trabajando, pocas soluciones han tenido éxito

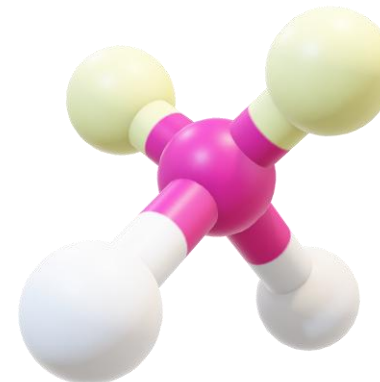
Micoherbicida que controla *Striga hermonthica* en maíz Africa.

Aleloquímicos, fitotoxinas

Extractos de plantas
Residuos vegetales
Algas
Hongos
Bacterias

...

Organismo	Efecto	Hierbas objetivo
<i>Brassica napus</i>	Supresión germinación y crecimiento radicular	<i>Phalaris minor, Convolvulus arvensis, Sorghum halepense</i>
<i>Pinus nigra</i>	Inhibición germinación y crecimiento	<i>Phalaris canariensis, Sinapis arvensis</i>
<i>Diaporthe gulyae</i>	Necrosis	<i>Papaver rhoeas, Urtica dioica</i>
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Supresión germinación y crecimiento radicular	<i>Bromus tectorum, Aegilops cylindrical</i>



Pasos en el desarrollo de nuevos activos

1.Descubrimiento	2.Optimización	3.Validación	4.Desarrollo	5.Lanzamiento
Identificación de la molécula	Formulación	Condiciones reales	Reglamentación	Marketing
Análisis MoA	Ensayos en invernadero (cultivo y objetivo)	Estudios de seguridad a gran escala	Ensayos para defender GAP	Posicionamiento
Análisis toxicidad			Registro	Gestión

Crop Protection Product Discovery and Development Lead Time					
Period	1995	2000	2005-08	2010-14	2014-19
No. years between initial product synthesis and the first product sale	8.3	9.1	9.8	11.3	12.3

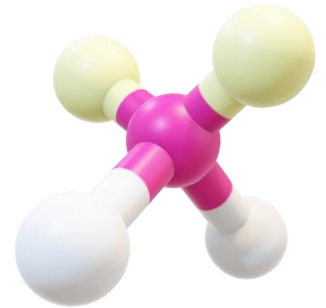
Retos en la investigación de nuevas materias activas



Retos en la investigación de nuevas materias activas

CfS (Candidate for Substitution). Activos potencialmente sustituibles si cumplen alguno de los siguientes criterios:

- Carcinogénico, mutagénico y que sean categoría 1A o 1B según la regulación CLP
- Disruptores endocrinos
- Persistente, bioacumulativo y tóxico (PBT)
- Muy persistente y muy bioacumulativo (vPvB)



32 herbicidas de 77 en la lista. Ya fuera 10 de ellos

PFAS (sustancias per y polifluoroalquiladas artificiales utilizadas por sus propiedades resistentes al agua, la grasa y las manchas en productos tales como utensilios de cocina antiadherentes, envases de alimentos, prendas hidrorrepelentes, plaguicidas y espumas para extinción de incendios).

Persistencia del **ácido trifluoroacético** (TFA) originado por algún/a PFAS.

Los plaguicidas son básicamente polifluoroalquiladas. Representan alrededor del 5% de las PFAS.

Herbicidas con PFAS no re-autorizados tritosulfuron, flufenacet, flurtamone. También triflusulfuron-methyl y benfluralina.

Líneas de investigación actual. Nuevas tecnologías

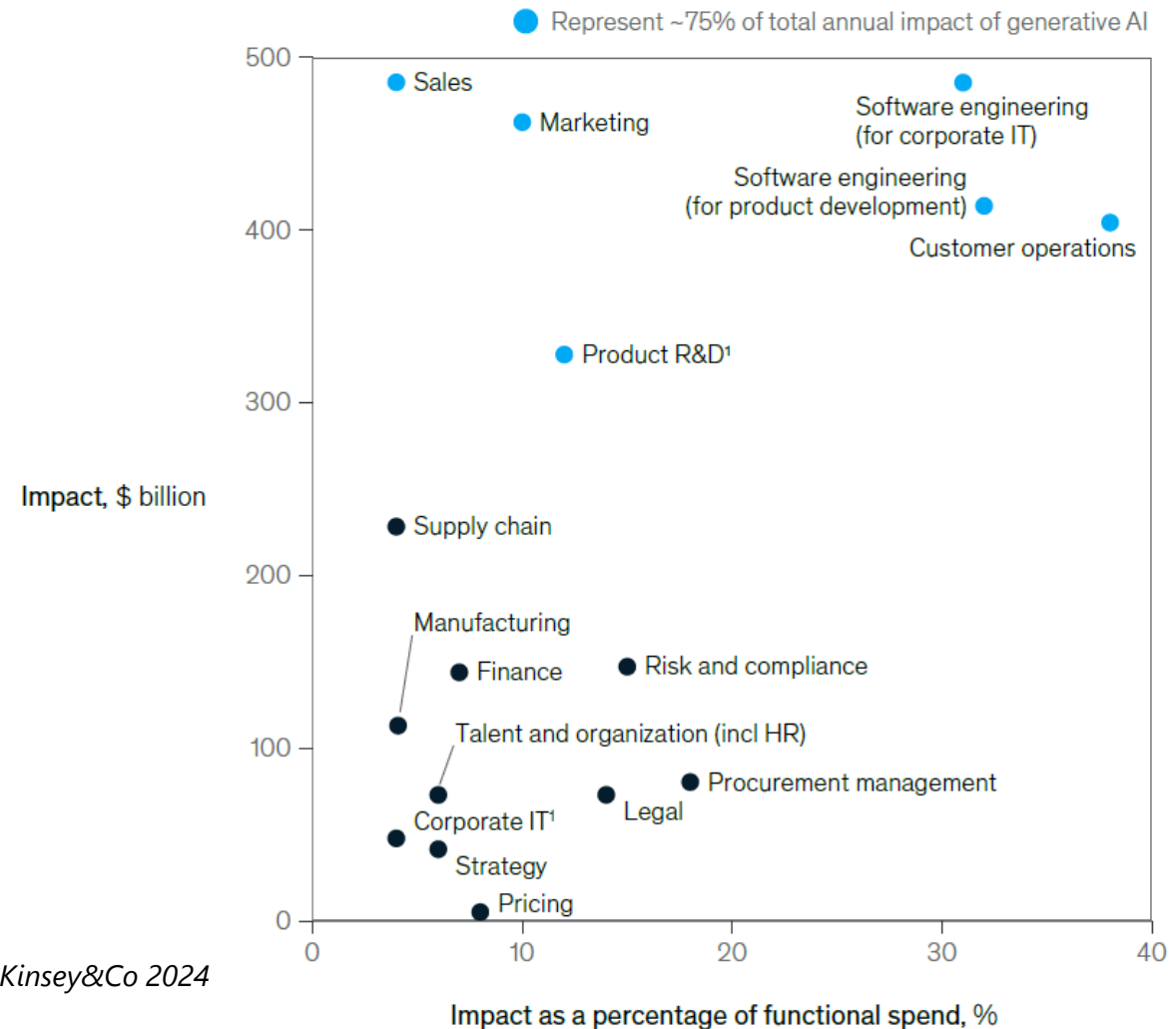
- Plataformas computacionales/Bioinformática
 - Metabologenómica orientada. Identificación de genes biosintéticos asociados a estructuras químicas inexploradas en productos naturales.
- Imágenes avanzadas
 - Revisión de múltiples imágenes para identificar potenciales activos con nuevos MoA. Ensayos de fenotipado miniaturizado en microplantas comparando síntomas (cerca de 100) asociados a moléculas testadas. Separa activos por síntomas observados (conocidos / no conocidos)
- Edición del genoma vegetal (CRISP)
 - Básicamente se trabaja con cultivos. Más rápido que la mutagénesis tradicional. Inclusión de mutaciones en organismos sin dejar ADN de otras especies en el genoma (no se considera OMG en muchos países).
- Degradación específica de proteínas (TPD)
 - Compuestos artificiales diseñados para actuar en proteínas específicas. Conectores específicos que unen el ligando que actúa en la diana con el que se une a la enzima ubiquitina ligasa E3
- Aprendizaje automático e Inteligencia Artificial (IA)



Líneas de investigación actual. Inteligencia artificial (IA)

Using generative AI in just a few functions could drive most of the technology's impact across potential corporate use cases.

Posible impacto de la IA en la industria química



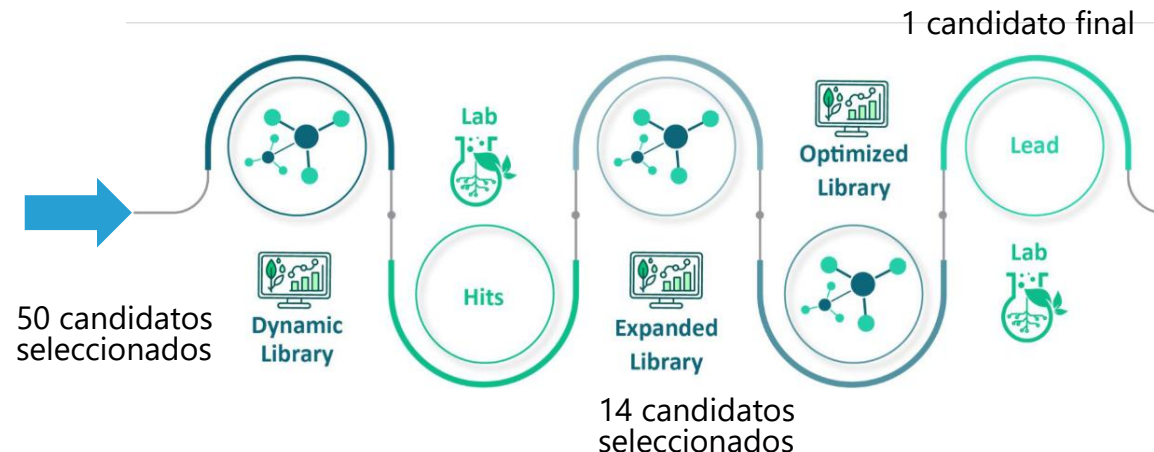
Líneas de investigación actual. (IA)

- 1) **Aceleración del proceso.** Algoritmos de IA basada en parámetros biológicos para reducir el tiempo de I+D en las fases de descubrimiento y selección de candidatos. Aprende el lenguaje químico y su ámbito de aplicación para mejorar el enfoque en el descubrimiento de la química tradicional. Identifica, evalúa y selecciona activos en las etapas iniciales basándose en predicciones.
- 2) Generación de la **estructura de proteínas** de manera rápida. También donde la interacción es mayor.
- 3) Secuenciación del genoma de malas hierbas.
- 4) Identificación de **nuevas dianas**.
- 5) **Identificación de nuevos activos** haciendo barridos de ADN codificado analizando datos con maquinas de autoaprendizaje. Cada molécula tiene un oligonucleótido código de barras.

Líneas de investigación actual. (IA)

1) **Aceleración del proceso.** Algoritmos de IA basada en parámetros biológicos para reducir el tiempo de I+D en las fases de descubrimiento y selección de candidatos. Aprende el lenguaje químico y su ámbito de aplicación para mejorar el enfoque en el descubrimiento de la química tradicional. Identifica, evalúa y selecciona activos en las etapas iniciales basándose en predicciones.

Figure 1 An illustration of Agrematch platform iterative process, of in-silico screening, laboratory validation and feedback to the computational system to generate advanced functional compounds libraries.



1.2 billones de compuestos analizados

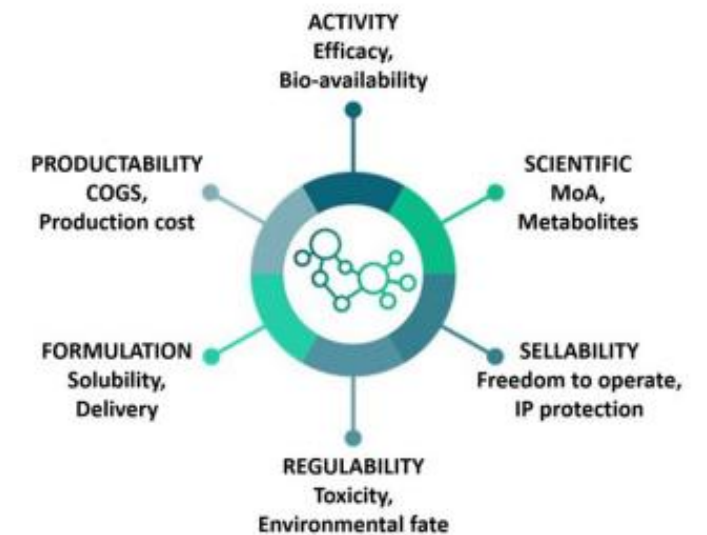


Figure 18. The "compound-based" approach provides early prediction of many critical characteristics and functions for compounds to become products.

Situación esperable (futura) del mercado de herbicidas en España



Muchas gracias

Nacho Gonzalez
Ignacio.gonzalez@corteva.com
+34 628 31 17 13