

# Herbicidas

# **EN ESTA CLASE VEREMOS:**

## **-Definición de herbicida**

Participación en el mercado nacional - uso en el sector forestal

## **-Modo y mecanismo de acción**

**-Clasificaciones de los herbicidas** (por grupo químico; por modo de acción; por selectividad (tipos))

**-Selectividad - espectro de control - mezclas - fitotoxicidad al cultivo**

**-Coadyuvantes para herbicidas y preparación de los caldos**

**-Ventajas y desventajas del uso de herbicidas en general y por modo de acción**

**-Herbicidas para uso forestal en la Argentina**

Productos con registro forestal, para áreas sin cultivo y sin registro

**-Ensayos con herbicidas en Salicáceas - efectos en malezas y cultivo**

**-Bibliografía**

## **Herbicida:**

- sustancia química que, alcanzada una determinada concentración en el cuerpo de la maleza, altera su metabolismo normal provocando fitotoxicidad, deteniendo el desarrollo y / o produciéndole la muerte.
- Mercado de fitosanitarios de 2015 en la Argentina =2457 millones de U\$S; el 71% de ese monto correspondió a los herbicidas, en particular al glifosato (38% del total del mercado).
- El consumo de herbicidas en el sector forestal es poco significativo respecto del sector agropecuario. Sin embargo a nivel sectorial el uso de herbicidas es creciente.

# Control de malezas con herbicidas:

## según el objetivo:

- reducción de la competencia hacia el cultivo (control del crecimiento de las malezas)
- prevenir la emergencia de malezas y de este modo la competencia (acciones tendientes a evitar la emergencia)
- disminuir en el mediano y largo plazos la competitividad de las malezas (acciones orientadas a disminuir la producción y viabilidad de propágulos)

## según el momento:

- en la preparación del sitio
- en el establecimiento
- durante la segunda mitad del turno

# Modo y mecanismo de acción de herbicidas

Camino seguido por los herbicidas hasta su sitio de acción y sus posibles barreras o impedimentos:

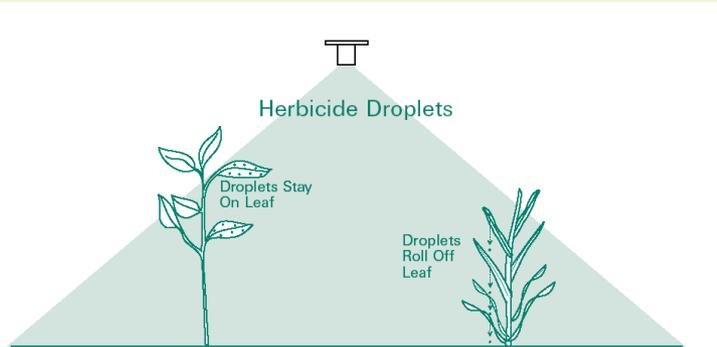


Figure 2. Spray droplet retention on grass and broadleaf leaves due to leaf orientation.

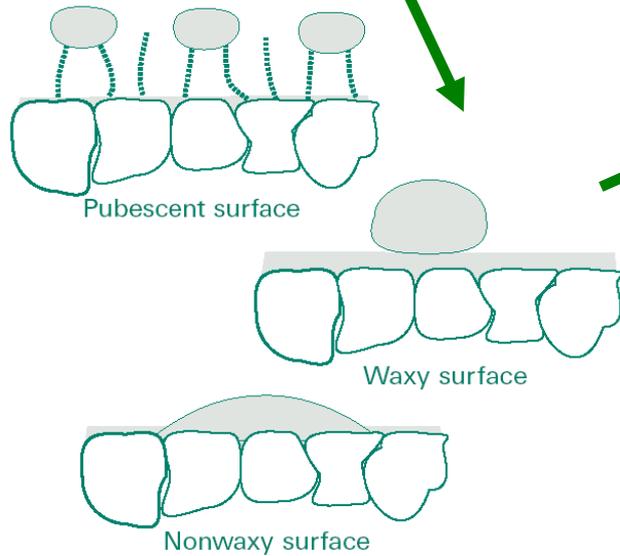


Figure 1. Spray droplet spread on a leaf surface as influenced by leaf pubescence and waxiness.

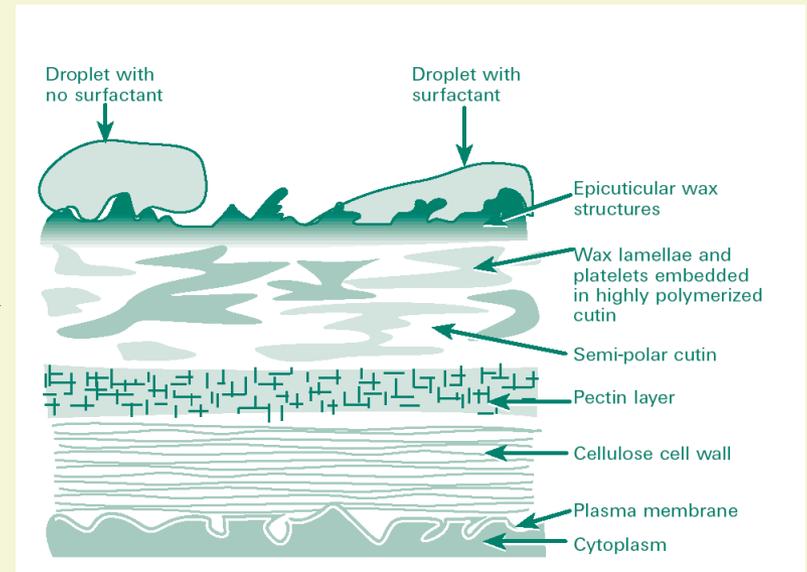
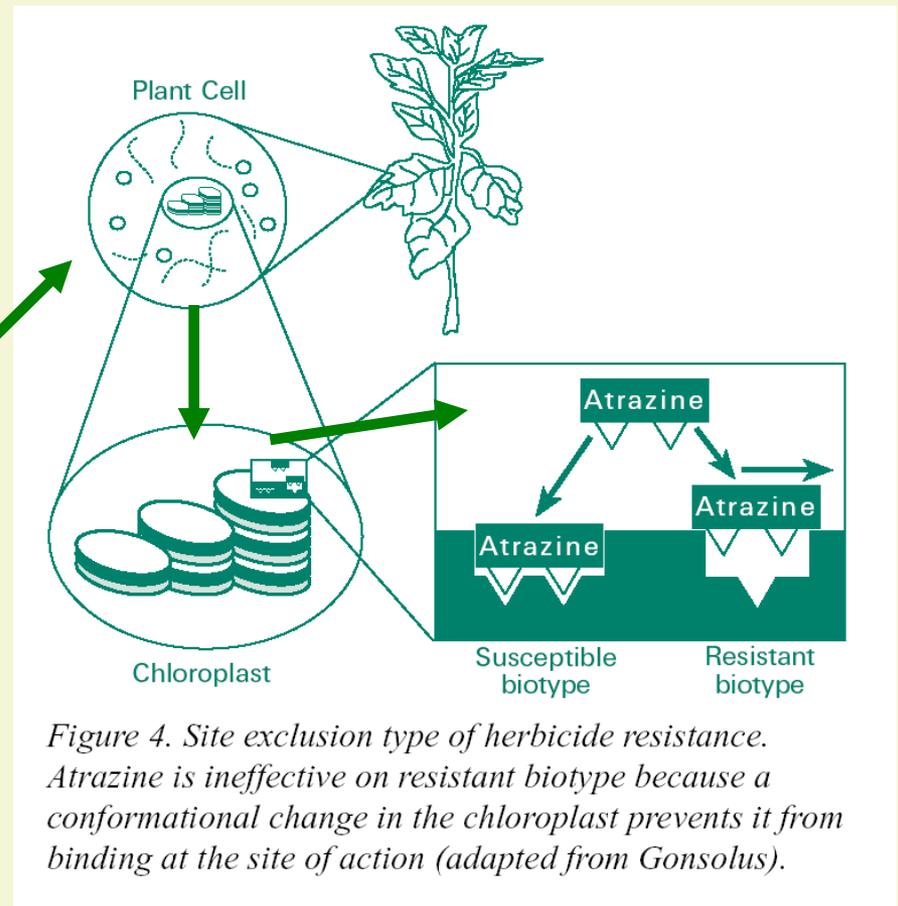
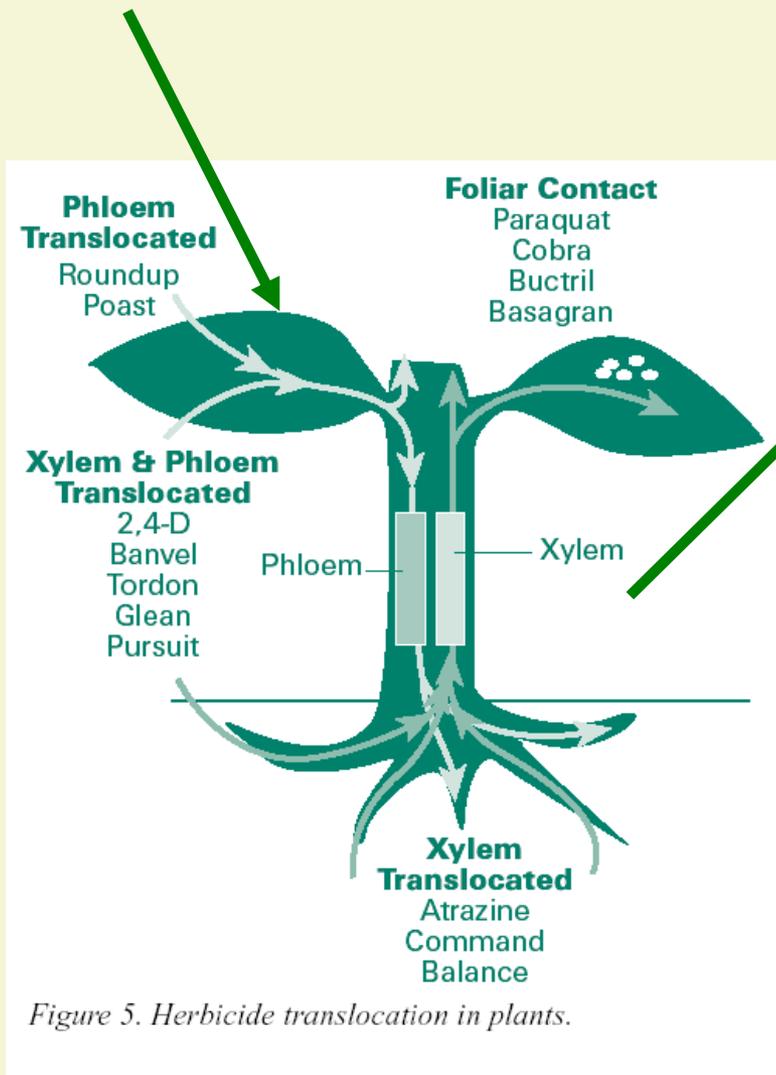
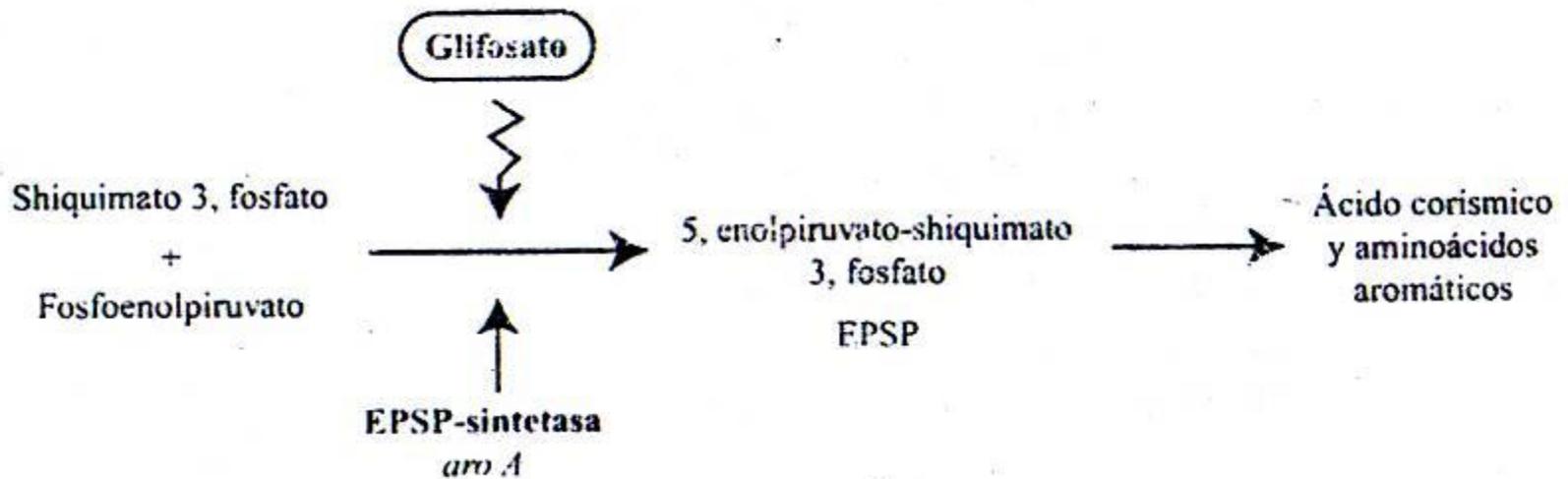
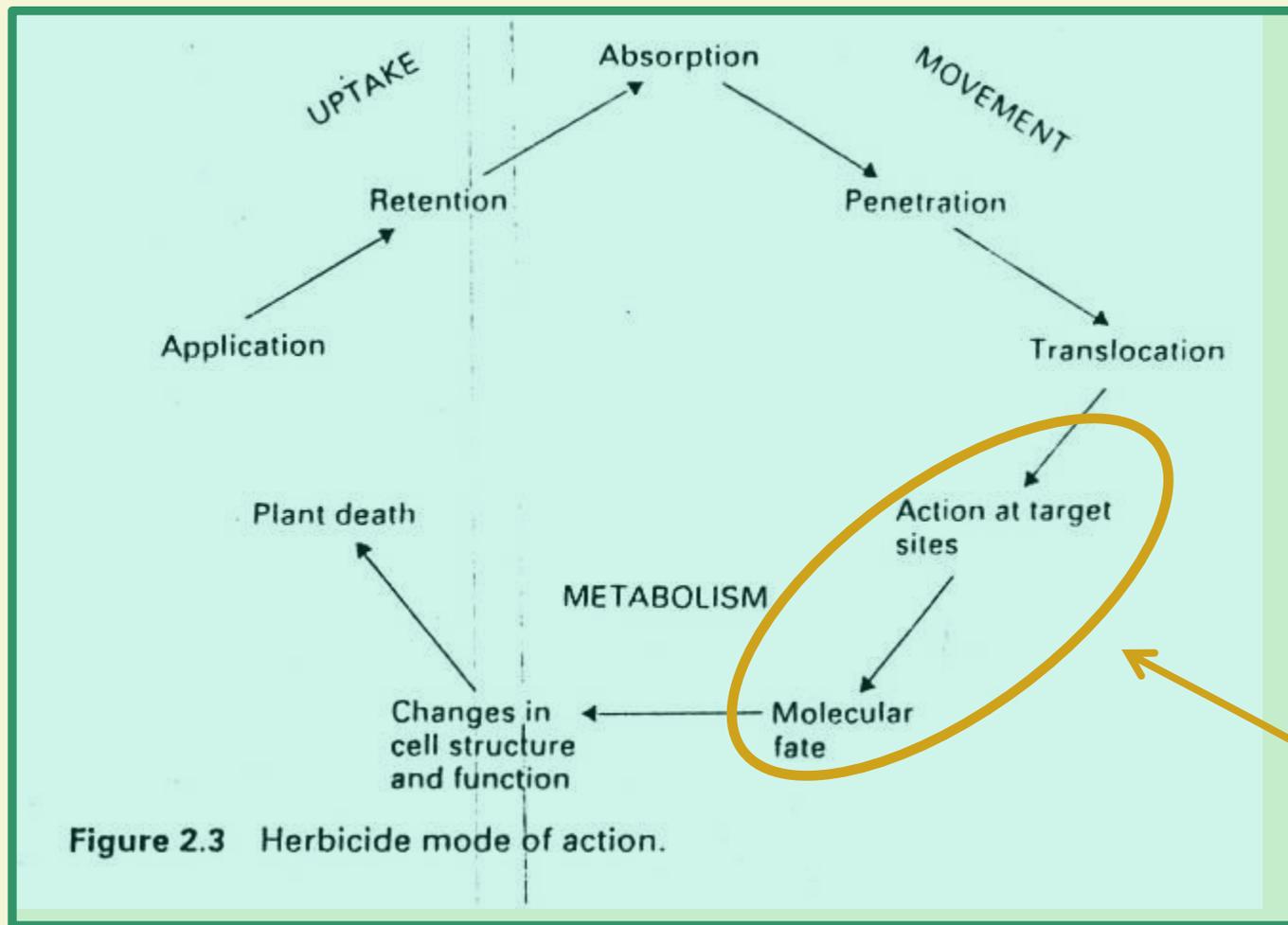


Figure 3. Leaf surface composition and the influence of surfactants on droplet spread over the leaf surface (adapted from Hull, Davis, and Stolzenberg).



Mecanismo de acción del glifosato: inhibición de la enzima EPSP - sintetasa y bloqueo de la ruta de síntesis de aminoácidos aromáticos (en el estroma de los cloroplastos).





Modo de acción: se refiere a la totalidad de los procesos comprendidos desde la aplicación del herbicida hasta la muerte de la maleza.

Mecanismo de acción: alude a la interferencia bioquímica específica (a nivel de ruta o proceso) cuyas consecuencias llevan al daño y la muerte de la maleza.

# Criterios para la clasificación de herbicidas

## 1) SELECTIVIDAD Y MODO DE ACCIÓN

### Selectivos (\*)

aplicados al follaje (de contacto - sistémicos)

aplicados al suelo (activos en el suelo)

### No selectivos (\*)

aplicados al follaje (de contacto - sistémicos)

aplicados al suelo (esterilizantes de corto o largo plazo)

## 2) EPOCA DE APLICACIÓN

Presiembra sobre residuos vegetales (ej. barbecho químico en siembra directa)

Presiembra incorporados al suelo (PSI)

Preemergencia (PRE)

Postemergencia (POST)

no dirigido ("over the top") - dirigido

## 3) GRUPO QUÍMICO

## TIPOS DE SELECTIVIDAD (\*)

### Selectividad dada por el principio activo.

Es el caso de herbicidas que, entrando en contacto con el cultivo y las malezas, no afectan al primero y controlan a las segundas. Ej. oxifluorfen en Eucalipto o Clorpiralid en álamo. Igualmente esta selectividad puede variar según la dosis y el momento de desarrollo del cultivo y las malezas en los que se aplique el producto.

### Selectividad dada por el tratamiento

Se refiere a casos en donde si el herbicida entra en contacto con el cultivo le produce fitotoxicidad, pero la intoxicación no se produce por las características del tratamiento.

-Efecto posicional: herbicidas aplicados a la capa superior del suelo que quedan retenidos allí fuera del alcance de las raíces del cultivo (ej. oxifluorfen). Aplicación dirigida: la aplicación se hace dirigida a las malezas evitando el cultivo con protecciones (ej. glifosato dirigido).

-Efecto de época: herbicidas totales o no selectivos al cultivo que se aplican antes de la implantación o la emergencia (imazapir en pino).

-Uso de antídotos: se desconocen ejemplos en forestales

-barreras de carbón activado: se desconocen ejemplos en forestales

# Clasificaciones de herbicidas

principio activo	mecanismo de acción	modo de acción y momento aplicación	grupo químico
a) Diurón, Linurón b) Atrazina, Simazina	inhibidores de la fotosíntesis (ps II)	selectivos (*), sistémicos, aplicación PRE y POST (-), absorción por raíz y menos por parte aérea, efecto residual.	a) Ureas sustituidas b) Triazinas
Paraquat, Diquat	inhibidores de la fotosíntesis (ps I)	no selectivos, de contacto, aplicación POST, absorción por parte aérea.	Bipiridilos
a) 2,4 -D a) MCPA b) Dicamba c) Clopyralid d) Picloram, triclopir	hormonales	selectivos (*), sistémicos, aplicación POST, absorción por parte aérea.	a) ácidos fenoxicos b) ácidos benzoicos c) ácidos quinolino carboxílicos d) derivados de piridina

<b>principio activo</b>	<b>mecanismo de acción</b>	<b>modo de acción y momento aplicación</b>	<b>grupo químico</b>
glifosato (EPSP)	inhibidores de la síntesis de aminoácidos	no selectivo (*), sistémico, aplicación POST, absorción por parte aérea.	glicinas sustituidas
a) metsulfurón (ALS) b) imazaquin (ALS)	inhibidores de la síntesis de aminoácidos	selectivos (*), sistémicos, aplicación PRE y POST, absorción por raíz y por parte aérea, efecto residual.	a) sulfonilureas b) imidazolinonas
a) Quizalofop (ACC) b) b) Setoxidim (ACC)	inhibidores de la síntesis de ácidos grasos	selectivo (*), sistémico, aplicación POST, absorción por parte aérea.	a) ariloxi-fenoxi-propiónicos b) cicloxidimas
a) oxifluorfen b) isoxaflutole	inhibidores de la síntesis de pigmentos	selectivo (*), sistémico, aplicación PRE y POST, absorción por hipocótilo - epicótilo y parte aérea.	a) difenileter b) isoxazol

## **Espectro de control de un herbicida:**

- se refiere a las especies o categorías taxonómicas de malezas que controla; son comunes las referencias sobre herbicidas para gramíneas vs. "hoja ancha"; los hay muy específicos: control de crucíferas, compuestas etc.
- es frecuente que un herbicida particular no controle a la totalidad de las malezas importantes de un sitio, por ello se recurre a mezclas de tanque (ampliación del espectro de control).
- esto requiere seguir indicaciones de marbete o realizar ensayos previos, en donde se comprueba: la compatibilidad de la mezcla (estabilidad) y que los efectos de los herbicidas sean aditivos o sinérgicos (no antagónicos).

# COADYUVANTES (=adyuvante)

Son productos que se utilizan para mejorar la aplicación de los agroquímicos y/o la eficacia de los mismos.

## Tipos:

<b>Activadores</b>	<b>Utilitarios</b>	<b>Otros</b>
tensioactivos o surfactantes (*)	Correctores	Limpiadores
Super humectantes	Antiderivas	Antiespumantes
Penetrantes	Compatibilizadores	Colorantes
Antievaporantes		Marcadores de espuma
Activadores fisiológicos		

\*(aniónicos, catiónicos, no iónicos, organosiliconados)

# GRUPO HERBICIDAS

INGREDIENTE ACTIVO	NOMBRE COMERCIAL	pH IDEAL	RANGO DE DESCOMPOSICION
ALACLOR	LAZO Y OTROS	5.0	Es afectado por aguas alcalinas.
AMETRINA	GESAPAX	5.5 - 6.5	
ASULAM	ASULOX	6.0	No actua con pH > 8.0
ATRAZINA	GESAPRIM Y OTROS	5.5 - 6.5	Descompone lentamente en sol. alcalinas y rápidamente con cal presente.
BENTAZON	BASAGRAN	7.0	Muy resistente a hidrólisis en soluciones alcalinas y acidas medias.
BROMOXINIL	WEEDEX	6.0	Sujeto a hidrólisis arriba de pH 7.
BROMACIL + DIURON	KROVAR	7.0	Estable en pH neutro.
DICAMBA	BANVEL	5.0	Estable en pH de 5 a 6.
DIFENZOQUAT	AVENGE, FINAVEN	5.0	Descomposición total en soluciones alcalinas.
DIQUAT	REGLONE	5.0	Estable en sol. ácidas. Se descompone rápidamente en sol. alcalinas.
DIURON	DIURON Y OTROS	7.0	Estable en pH neutro.
FENMEDIFAN	BETANAL	6.0	Hidroliza en condiciones alcalinas.
FLUAZIFOP P BUTIL	HACHE UNO	6.0 - 7.0	Rapidamente hidrolizable en soluciones alcalinas.
GLIFOSATO	ROUNDUP Y OTROS	3.5	En pH 3.5 es su óptima efectividad.
GLUFOSINATO	BASTA	7.0	Estable en un amplio rango de pH.
IMAZAPIR	ARSENAL	6.0	Estable en pH7, descomposición rápida en soluciones alcalinas.
LINURON	AFALON, LOROX	7.0	Estable en pH neutro.
METABENZTIZURON	TRIBUNIL	6.0 - 7.0	Poco estable en soluciones ácidas o alcalinas.
METRIBUZIN	SENCOREX, LEXICON	7.0	Estable en soluciones acidas y alcalinas.
OXIFLUORFEN	KOLTAR	6.0 - 7.0	Estable en soluciones de pH neutro.
PARAQUAT	GRAMOXONE Y OTROS	5.0	Estable. Excepto en condiciones alcalinas.
PICLORAM	TORDON		Estable en soluciones alcalinas.
PROPANIL	STAM Y OTROS	7.0	Se hidroliza en soluciones alcalinas y ácidas media.
TERBUTRINA		5.5 - 6.5	

**Efectos del pH del agua sobre la estabilidad de algunos herbicidas en el caldo:**

en gral. el pH recomendable para los herbicidas se sitúa entre 4-6.

Mezclas: pueden dar lugar a incompatibilidad física, química y/o biológica.

- un orden general para seguir en las mezclas de tanque es:
  - 1- carga de agua COMPLETA.
  - 2- correctores de pH - secuestrantes - antiespumantes
  - 3- sólidos (gránulos dispersables) (WG)
  - 4- polvos mojables PREDILUIDOS EN AGUA (WP)
  - 5- suspensiones concentradas (SC)
  - 6- concentrados solubles (SL)
  - 7- concentrados emulsionables (EC)
  - 8- aceites - otros coadyuvantes

Algo indispensable que se debe hacer antes de ensayar cualquier mezcla por primera vez es la prueba del frasco (transparente); es decir hacer la mezcla en 1 o más litros de agua en forma previa y evaluar su estabilidad a las dos horas.

# Prueba de compatibilidad física en campo.





**Video dimostrativo  
en:**

[https://www.youtube.com/  
watch?v=ZJCgMw-  
xUNQ&feature=youtu.be](https://www.youtube.com/watch?v=ZJCgMw-xUNQ&feature=youtu.be)

# **Ventajas y desventajas del uso de herbicidas para el control de malezas.**

## Ventajas:

- control más eficaz de las malezas y / o efecto residual.
- rapidez de control y reducción de jornales
- reducción de costos de control

## Desventajas:

- mayor dependencia de insumos
- problemas toxicológicos con el personal
- problemas ambientales
- escasez de productos registrados (problemas para certificar, ej. ISO - FSC)
- malezas tolerantes - resistentes
- fitotoxicidad al cultivo

# Herbicidas aprobados para uso forestal en la Argentina

- Tordon D 30 (2,4 - D 24% + Picloram 6,41%) = para forestales; arbusticida de aplicación foliar o a la cepa recién cortada. Concentrado soluble (SL). Para aplicaciones dirigidas o en preparación de sitio.
- Reglone (dibromuro de diquat 40%) = para forestales; herbicida desecante de contacto. Concentrado soluble (SL). Para aplicaciones dirigidas.
- Fordor (isoxaflutole 75%) = herbicida para pre-plantación o post plantación de *E. grandis* y *Pinus* spp. en Mesopotamia; selectivo, no requiere protección del cultivo para la aplicación. Granulos dispersables (WG).
- Gramoxone super (paraquat 27,6%) = para forestales; herbicida desecante de contacto. Concentrado soluble (SL). Para aplicaciones dirigidas.
- Arsenal forestal (imazapir 48%) = herbicida para pre-plantación de *Pinus taeda*, o para preparación de sitio en dichas plantaciones. Concentrado soluble (SL).

# Herbicidas aprobados para uso forestal en la Argentina (cont.)

-Koltar (oxifluorfen 24%) = herbicida pre y postemergente para *Pinus* spp. y *Eucalyptus* spp.; selectivo, no requiere protección. Concentrado emulsionable (EC).

-Roundup FG (Glifosato 79%) = herbicida postemergente para *Pinus* spp; requiere aplicación dirigida. Gránulos solubles (SG).

Togar BT (picloram 4,4% + triclopir 8,3 %; líquido miscible OL) y Tocon (aminopyralid 46,17%; concentrado soluble SL) = Arbusticidas para controlar rebrotes de cepas, pero sin registro específico para situaciones forestales.



## ***Algunas pautas para el manejo de la resistencia:***

- utilizar herbicidas en los casos estrictamente necesarios.
- utilización de mezclas de tanque de herbicidas con distinto modo de acción (los componentes deben poseer el mismo espectro de acción y debe evitarse de la subdosificación).
- rotación de herbicidas con distinto modo de acción.
- incorporar a la rotación herbicidas con múltiples sitios de acción.
- evitar los monocultivos
- integrar distintas prácticas de control (importancia del manejo integrado de malezas (MIM), que incluyan umbrales de daño y manejo de poblaciones susceptibles de malezas (refugios).
- <https://www.aapresid.org.ar/rem/wp-content/uploads/sites/3/2018/12/AAP-Folleto-ABC-2.pdf>

***RECESO DE 20 MINUTOS***

# Ensayos con herbicidas en Salicáceas - efectos en malezas y cultivo

Listado de herbicidas evaluados en Salicáceas; hasta año 2004

active ingredient	dose g i.a. ha-1	emergence / weeds	sprouting crop	genera
acetochlor	1980	PRE	PRE	poplar
alachlor	2160	PRE	PRE	poplar
atrazine	4000	PRE	PRE	poplar
atrazine	3200	PRE	PRE	poplar
clopyralid	108	POE	POE	poplar
diuron	4000	PRE	PRE	poplar
fenoxaprop-p-ethyl	220	POE	POE	poplar
glyphosate	720	POE	PRE	poplar
glyphosate	960	POE	PRE	poplar
glyphosate	1200	POE	PRE	poplar
gluphosinate ammonium	750	POE	PRE	poplar
haloxyfop-R-methyl	105	POE	POE	poplar
haloxyfop-R-methyl	82.5	POE	POE	poplar
haloxyfop-R-methyl	113.4	POE	POE	poplar
imazamox	84	POE	POE	poplar
imazamox	90.3	PRE	PRE	poplar
imazapyr	300	PRE	PRE	poplar
imazapyr + (*)	22.4	PRE	PRE	poplar
imazaquin	164	PRE	PRE	poplar
imazaquin	240	PRE	PRE	poplar
imazaquin	290	PRE	PRE	poplar
imazaquin	310	PRE	PRE	poplar
imazaquin	240	POE	POE	poplar
imazetapyr	84	POE	POE	poplar
imazetapyr + (*)	67.2	PRE	PRE	poplar
imazetapyr	90.3	PRE	PRE	poplar
iodosulfuron	12	POE	POE	poplar
isoxaflutole	97.5	POE	POE	poplar
linuron	1500	PRE	PRE	poplar
mesotrione	144	POE	POE	poplar
metribuzin	624	PRE	PRE	poplar
oxyfluorfen	720	PRE	PRE	poplar
oxyfluorfen	960	PRE	PRE	poplar
prosulfuron	15	POE	POE	poplar
quizalofop-p-ethyl	54	POE	POE	poplar
quizalofop-p-ethyl	68.04	POE	POE	poplar
simazine	2000	PRE	PRE	poplar
simazine	2750	PRE	PRE	poplar
terbutylazine	2500	PRE	PRE	poplar
triasulfuron	15	POE	POE	poplar
acetochlor	1980	PRE	PRE	willow
fenoxaprop-p-ethyl	220	POE	POE	willow
glyphosate	600	POE	PRE	willow
haloxyfop-R-methyl	113.4	POE	POE	willow
imazaquin	164	PRE	PRE	willow
imazaquin	310	PRE	PRE	willow
isoxaflutole	91	PRE	PRE	willow
isoxaflutole	46.9	PRE	PRE	willow

**TRATAMIENTOS PARA PREVENCIÓN DE EMERGENCIA EN ETAPA DE ESTABLECIMIENTO- Teodelina Santa Fe.**



**Parcela testigo enmalezado, ensayo preemergentes álamo Santa Fe, dic. 07.**

**TRATAMIENTOS PARA PREVENCIÓN DE EMERGENCIA EN ETAPA DE ESTABLECIMIENTO- Teodelina Santa Fe (cont.).**



**Parcela testigo control químico con imazaquin, ensayo preemergentes álamo Santa Fe, dic. 07.**

**TRATAMIENTOS PARA PREVENCIÓN DE EMERGENCIA EN ETAPA DE ESTABLECIMIENTO- Teodelina Santa Fe (cont.).**



**Parcela dosis 5 l/ha diuron y doble dosis 10 l/ha diuron, ensayo preemergentes álamo Santa Fe, dic. 07.**

## TRATAMIENTOS PARA PREVENCIÓN DE EMERGENCIA EN ETAPA DE ESTABLECIMIENTO- Teodelina Santa Fe (cont.).



**Control de quínoa logrado al 14 / 12 / 2007. Izq.: parcela T-; Der.: parcela Imazaquin + Acetoclor en dosis simple; ensayo preemergentes en álamo, Sta. Fe.**

## **TRATAMIENTOS PARA PREVENCIÓN DE EMERGENCIA y CONTROL DE LA COMPETENCIA EN ETAPA DE ESTABLECIMIENTO- Teodelina Santa Fe (cont.).**



**Efecto sobre quínoa de dos aplicaciones de clorpiralid en mezcla con graminicida (dosis simple de 0,32 l lontrel/ha); vista del 14 / 2 / 2008.**

# **FITOTOXICIDAD EN EL CULTIVO POR HERBICIDAS: ¡REALIZO UN GASTO PARA DAÑAR MI CULTIVO!**



**Fitotoxicidad por diurón, álamo, Buenos Aires.**



**Fitotoxicidad por diurón, álamo, Buenos Aires.**



**Fitotoxicidad por diurón, álamo, Buenos Aires.**



**Plantas del clon 'Conti 12' con manifestación de fitotoxicidad por atrazina; Ensayo 2-4, 7 de diciembre de 2000, Buenos Aires.**



**Fitotoxicidad por oxifluorfen (izq.) y planta testigo (der.), álamo, Buenos Aires.**

**Fitotoxicidad por  
glifosato (izq.) y plantas  
testigo (der.), álamo,  
Buenos Aires.**





**Fitotoxicidad por diurón (10 l/ha o kg/ha, octubre izq.), oxifluorfen (6 l/ha, octubre centro) y por imazetapir (2,5 l/ha, diciembre der.), ensayo preemergentes en álamo, Bs. As.**

**TRATAMIENTOS PARA REDUCCIÓN DE COMPETENCIA EN  
POSTEMERGENCIA DEL CULTIVO Y ETAPA DE ESTABLECIMIENTO-  
Ensayo herbicidas para latifoliadas, Alberti Buenos Aires.**



testigo



clopiralid



iodosulfuron



mesotrione







**Interferencia de cardos en álamo, Buenos Aires.**



**Control de cardos en POST con clopyralid, álamo, Buenos Aires.**



**Control de cardos en POST con clopyralid, álamo, Buenos Aires; detalle.**



**Fitotoxicidad por clopyralid ("leaf cupping"), ensayo postemergentes en álamo, Bs. As.**

# TRATAMIENTOS PARA CONTROL EN MEDIANO Y LARGO PLAZOS, AL PROMEDIAR LA ROTACIÓN - "Zarzamora" en Alberti, Buenos Aires.







# Aplicación de glifosato + imazaquin en preplantación de Salicáceas, Delta del Paraná. (Campaña: más de 1000 ha totales; aplicación total).



9



8-9



7



5-6



5-6

Escala visual de severidad de fitotoxicidad por imazaquin en sauces



8-9 detalle



7 detalle



5-6 detalle



3-4



3-4 detalle



2-3



2-3 detalle



0

# Bibliografía

- CASAFE (2009). Guía de productos fitosanitarios 2009, 14° edición, tomo 2, pp. 985 - 1944.
- Mitidieri, A. (1994). Elementos de Disherbología, Curso de Magister Scientiae en Protección Vegetal UNLP; 210 pp.