



¿MALAS HIERBAS?: Un nuevo paradigma

José Luis González Andújar



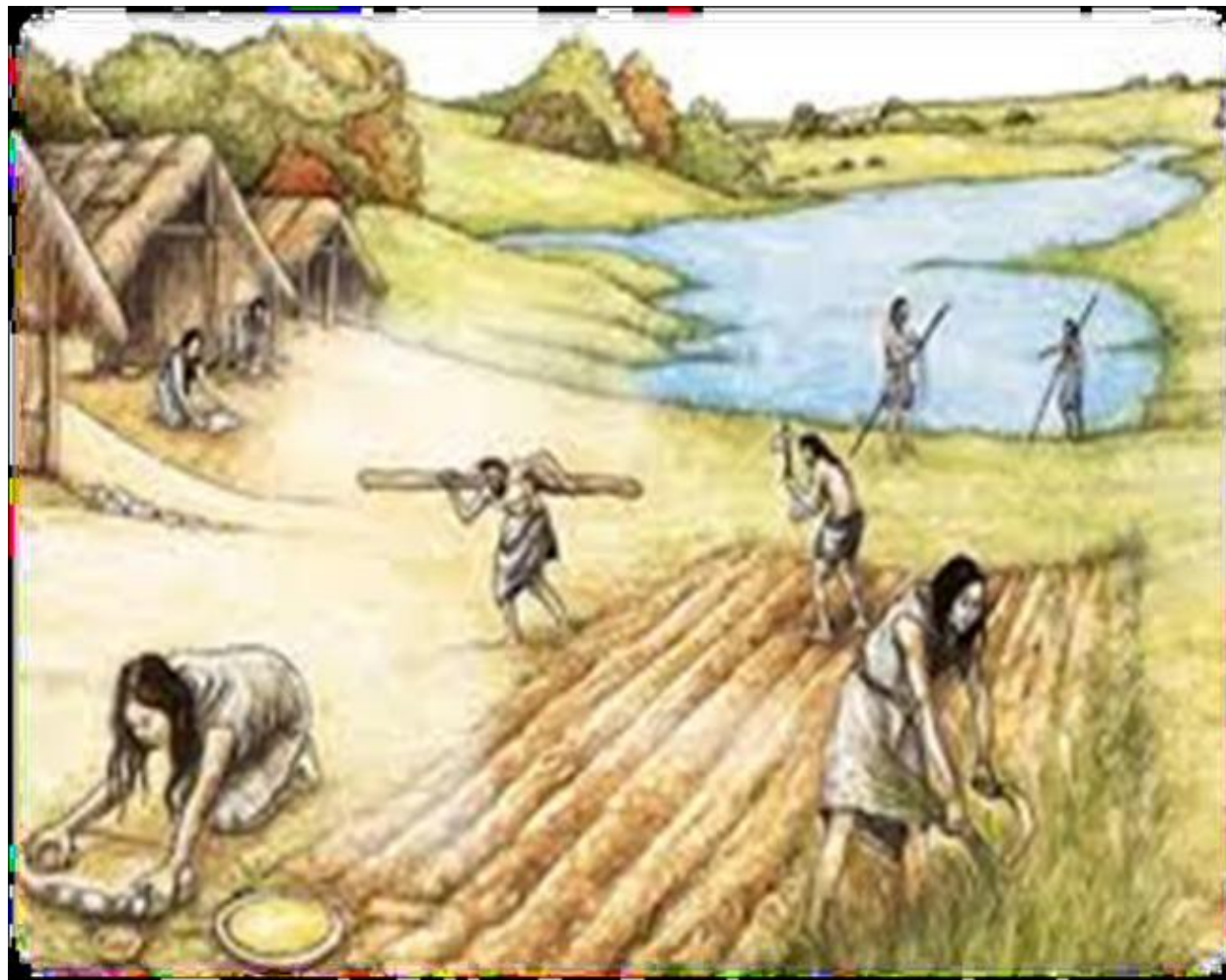
CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



Instituto de Agricultura Sostenible

Las malezas son de la familia



**10.000 años de
lucha con las
malas hierbas**

LAS MALAS HIERBAS EN LA CULTURA

Dos mil años construyendo un enemigo

500 a.C.
Confucio



64 d.C.
Evangelio de Mateo



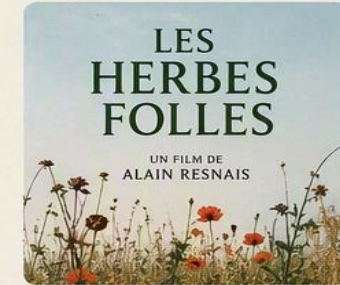
Siglo XVII
Miguel de Cervantes



Siglo XVII
William Shakespeare



2009
Alain Resnais



“No son las malas hierbas
las que ahogan la buena
semilla, sino la negligencia
del campesino”

“Un enemigo
sembró cizaña
entre el trigo”

“Buena es la guerra que
está al servicio de Dios
para arrancar las malas
hierbas que hay sobre
la faz de la tierra”

“Este mundo es un
jardín de malas hierbas
sin escardar, que crece
para semilla”

Les Herbes Folles
(Las malas hierbas)

REFRANERO POPULAR



Mala hierba
nunca muere.



Hierba mala
presto nace.



El mal hierbajo,
arrancarlo
de cuajo.



La mala hierba
y la mentira,
presto es crecida.

“ Durante más de dos mil años,
las malas hierbas han simbolizado
el desorden, el peligro y aquello
que debía eliminarse. ”



¿Nuestra percepción de las malas hierbas proviene de la ecología... o de la cultura?

¿POR QUÉ PREOCUPAN LAS MALAS HIERBAS?

Impactos agronómicos, sanitarios y ambientales

1 COMPETENCIA CON EL CULTIVO



Agua



Nutrientes



Luz



Espacio

↓
**PÉRDIDAS POTENCIALES
DE PRODUCCIÓN: HASTA UN 34%**

2 RESERVORIOS DE PATÓGENOS



VIRUS



HONGOS
(Fusarium spp.)



BACTERIAS
(Pseudomonas syringae)



Las especies arvenses pueden actuar como hospedadoras y favorecer la persistencia de enfermedades.

3 IMPACTO SOBRE LA SALUD



Patología	Atribuible al polen (%)	
	España	Europa
 Rinitis	43	40
 Rinoconjuntivitis	30	27
 Asma	16	20
 Alergia medicamentosa	11	9



Producción de polen alérgico



Incremento de episodios alérgicos



Relevancia sanitaria creciente



Durante décadas las malas hierbas han sido consideradas un problema porque reducen el rendimiento, favorecen enfermedades y afectan a la salud humana.



¿POR QUÉ PREOCUPAN LAS MALAS HIERBAS?

Impactos agronómicos, sanitarios y ambientales

1 COMPETENCIA CON EL CULTIVO



Agua



Nutrientes



Luz



Espacio

↓
**PÉRDIDAS POTENCIALES
DE PRODUCCIÓN: HASTA UN 34%**

2 RESERVORIOS DE PATÓGENOS



VIRUS



HONGOS
(Fusarium spp.)



BACTERIAS
(Pseudomonas syringae)



Las especies arvenses pueden actuar como hospedadoras y favorecer la persistencia de enfermedades.

3 IMPACTO SOBRE LA SALUD



Patología	Atribuible al polen (%)	
	España	Europa
 Rinitis	43	40
 Rinoconjuntivitis	30	27
 Asma	16	20
 Alergia medicamentosa	11	9



Producción de polen alérgico



Incremento de episodios alérgicos



Relevancia sanitaria creciente



Durante décadas las malas hierbas han sido consideradas un problema porque reducen el rendimiento, favorecen enfermedades y afectan a la salud humana.



la búsqueda del campo limpio

1 ESCARDA MANUAL



DURANTE MILENIOS

- Mano de obra intensiva
- Control local
- Agricultura tradicional

2 MECANIZACIÓN



SIGLO XIX – XX

- Escardadoras
- Tracción animal y mecánica
- Mayor eficacia

3 REVOLUCIÓN QUÍMICA



A PARTIR DE 1940

- Herbicidas selectivos
- Reducción de costes
- Agricultura intensiva

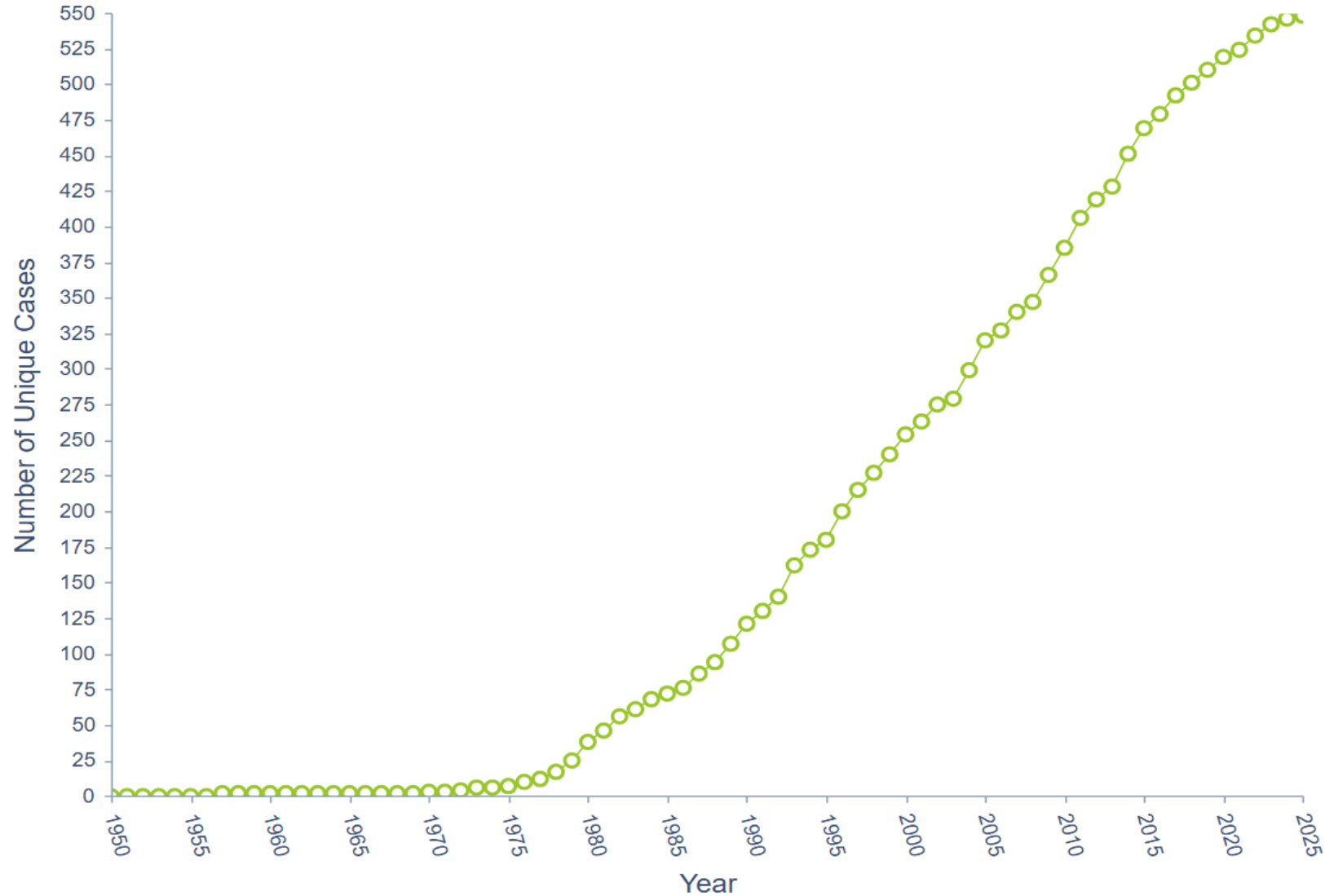
4 REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA EN EL CONTROL DE MALEZAS



SIGLO XXI

- Decisiones basadas en datos
- Aplicación variable y localizada
- Menor impacto ambiental
- Sistemas integrados y sostenibles

EVOLUCION DE LA RESISTENCIA A LOS HERBICIDAS



Heap 2026

CONTAMINACIÓN DEL SUELO Y DEL AGUA POR EL USO DE HERBICIDAS

CONTAMINACIÓN DEL SUELO

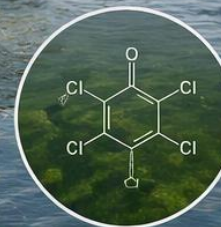
Los herbicidas se aplican en los cultivos y alteran la composición natural del suelo.

Los herbicidas se filtran a través del suelo.

Se acumulan en el suelo, afectan microorganismos beneficiosos y reducen su fertilidad.

CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Los herbicidas son arrastrados por la escorrentía hacia ríos, lagos y arroyos.



Los herbicidas contaminan el agua superficial y subterránea.

Afectan a los organismos acuáticos, reduciendo la calidad del agua y dañando los ecosistemas.

REDUCCION DE LA DIVERSIDAD ARVENSE

Bernier et al., 1965



MALAS HIERBAS COMUNES EN EL TRIGO

- | | |
|--|---|
| 1.—Cizaña. <i>Lolium temulentum</i> . | 7.—Amapola. <i>Papaver roheas</i> . |
| 2.—Veza. <i>Vicia cracca</i> . | 8.—Manzanilla loca. <i>Anacyclus clavatus</i> . |
| 3.—Aciano. <i>Centaurea cyanus</i> . | 9.—Gramma. <i>Cynodon dactylon</i> . |
| 4.—Corregüela. <i>Convolvulus arvensis</i> . | 10.—Espuela de caballero. <i>Delphinium orientale</i> . |
| 5.—Rabaniza. <i>Raphanus raphanistrum</i> . | 11.—Neguillón. <i>Agrostemma githago</i> . |
| 6.—Cardo cundidor. <i>Cirsium arvense</i> . | |

SERVICIO NACIONAL DEL TRIGO.—Dibujo del Profesor Dr. Guinea.

De malas hierbas comunes a especies raras

En los años 50 y 60 estas especies eran frecuentes en nuestros campos de cereal.
Hoy han desaparecido o son muy raras debido a la intensificación agrícola.

1



Neguilla, negrilla
Agrostemma githago

Antes:
Muy común
en los cereales de invierno.

Ahora:
Extremadamente rara
en casi toda España.

¿Por qué desaparece?
Limpieza de semillas de siembra
y herbicidas eficaces.

2



Aciano
Centaurea cyanus

Antes:
Frecuente y abundante
en los campos de cereal.

Ahora:
Muy disminuida;
amenazada en
algunas regiones.

¿Por qué desaparece?
Intensificación agrícola,
herbicidas y pérdida de
márgenes y barbechos.

3



Amapola morada
Roemeria hybrida

Antes:
Habitual en los campos
de cereal.

Ahora:
Muy rara; solo quedan
poblaciones aisladas.

¿Por qué desaparece?
Herbicidas, fertilización
y cambios en el manejo
del cultivo.

4



Amapola mestiza
Papaver hybridum

Antes:
Frecuente en los cereales,
junto a otras amapolas.

Ahora:
Fuerte declive; cada vez
más rara.

¿Por qué desaparece?
Herbicidas, cambios en las
prácticas agrícolas y pérdida
de diversidad del paisaje.

5



Hypecoum
Hypecoum procumbens

Antes:
Bastante común en
campos de cereal.

Ahora:
Muy rara; prácticamente
desaparecida en muchas
zonas.

¿Por qué desaparece?
Herbicidas y disminución
de la diversidad en los
agrosistemas.

6



Colleja de España
Vaccaria hispanica

Antes:
Frecuente en los cultivos
de cereal.

Ahora:
Muy rara en la mayoría
de las regiones.

¿Por qué desaparece?
Herbicidas, limpieza de
semillas y homogenización
del paisaje agrícola.



La agricultura moderna ha conseguido reducir muchas malas hierbas,
pero también ha eliminado parte de la diversidad arvense que caracterizaba los campos de cereal tradicionales.



Caminando hacia el futuro

¿Tiempo de cambio?



Un nuevo paradigma para las plantas arvenses

pasar del control de especies...
al manejo de comunidades

Las malas hierbas: **Mr. Hyde** y **Dr. Jekyll**



¿QUÉ APORTAN LAS MALAS HIERBAS AL AGROECOSISTEMA?

Servicios ecosistémicos frecuentemente olvidados

1 REFUGIO PARA FAUNA AUXILIAR



Beneficio:

- Depredadores naturales
- Parasitoides
- Control biológico

2 FAVORECEN LOS POLINIZADORES



Beneficio:

- Recursos florales
- Continuidad temporal de alimento
- Mejora de la polinización

3 INCREMENTAN LA BIODIVERSIDAD



Beneficio:

- Aves
- Insectos
- Fauna silvestre
- Mayor riqueza de especies

4 PROTEGEN EL SUELO



Beneficio:

- Menor erosión
- Mejor infiltración de agua
- Aumento de la materia orgánica
- Conservación de la estructura del suelo



Las especies arvenses no son únicamente competidoras:
también contribuyen al funcionamiento ecológico de los sistemas agrarios.



SOSTIENEN
REDES TRÓFICAS



CONECTAN HÁBITATS
Y PAISAJES



MEJORAN LA SALUD
DEL SUELO



REGULAN PROCESOS
ECOLÓGICOS



AUMENTAN LA
RESILIENCIA DEL SISTEMA



	Number of linkages			
	Birds ^a	Wild bees ^b	Insects ^c	Pests ^d
<i>Achillea</i> spp.	2	27	108	2
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	4	2	13*	5
<i>Chenopodium album</i>	17	0	31*	3
<i>Cirsium arvense</i>	6	23	50*	3
<i>Elymus repens</i>	2	0	70	8
<i>Erysimum cheiranthoides</i>	1	4	8	1
<i>Fallopia convolvulus</i>	2	0	5	2**
<i>Fumaria officinalis</i>	6	0	3*	2
<i>Galeopsis</i> spp.	7	12	16*	0
<i>Galium</i> spp.	8	0	39	3
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	0	0	1	0
<i>Lamium</i> spp.	1	14	18*	0
<i>Lapsana communis</i>	2	12	8	1
<i>Myosotis arvensis</i>	6	3	3*	1
<i>Persicaria lapathifolia</i>	4	6	10	2**
<i>Polygonum aviculare</i>	17	1	61*	3**
<i>Ranunculus repens</i>	14	4	32	3
<i>Rumex</i> spp.	13	0	70	3
<i>Sonchus arvensis</i>	6	18	30	1
<i>Spergula arvensis</i>	8	2	8*	1
<i>Stachys palustris</i>	1	7	14	1
<i>Stellaria media</i>	11	3	71*	2
<i>Thlaspi arvense</i>	4	0	11	3
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	1	17	31	2*
<i>Viola arvensis</i>	10	3	2*	2
Total	153	158	713	54
Mean	6	6	29	2
Coefficient of variation (%)	83	126	99	79
Number of species	27	74	405**	22
Linkages per species	5.7	2.1	1.1**	2.5

Hyvonen et al. 2008

EL PAPEL DE LAS MALEZAS EN LA ALIMENTACION Y SALUD

APORTE A LA ALIMENTACIÓN

Muchas malezas son comestibles, nutritivas y una fuente accesible de alimentos.



HOJAS COMESTIBLES

Ricas en vitaminas A, C, K, folatos y minerales.

Ej.: diente de león
(*Taraxacum officinale*)



FUENTES DE MINERALES

Aportan hierro, calcio, magnesio y potasio.

Ej.: verdolaga
(*Portulaca oleracea*)



SEMILLAS Y GRANOS

Algunas malezas producen semillas comestibles y nutritivas.

Ej.: quinoa silvestre
(*Chenopodium spp.*)



RAÍCES Y ÓRGANOS SUBTERRÁNEOS

Fuente de carbohidratos y fibra.

Ej.: achicoria
(*Cichorium intybus*)



FLORES COMESTIBLES

Aportan color, sabor y antioxidantes.

Ej.: flores de calabaza silvestre
(*Cucurbita spp.*)



ALIMENTOS FUNCIONALES

Contienen compuestos bioactivos beneficiosos para la salud.



BENEFICIOS PARA LA SALUD

Muchas malezas poseen propiedades medicinales respaldadas por el uso tradicional y la investigación.



ANTINFLAMATORIAS

Ayudan a reducir la inflamación.

Ej.: manzanilla silvestre
(*Matricaria chamomilla*)



ANTIOXIDANTES

Protegen las células del daño oxidativo.

Ej.: ortiga
(*Urtica dioica*)



DIGESTIVAS Y DEPURATIVAS

Estimulan la digestión y apoyan la función hepática.

Ej.: diente de león
(*Taraxacum officinale*)



ANTIMICROBIANAS

Combaten bacterias y hongos.

Ej.: menta silvestre
(*Mentha spp.*)



CICATRIZANTES

Favorecen la cicatrización de heridas.

Ej.: milenrama
(*Achillea millefolium*)



PROTECTORAS DEL HÍGADO

Apoyan la regeneración hepática.

Ej.: cardo mariano
(*Silybum marianum*)



EXPECTORANTES

Alivian afecciones respiratorias.

Ej.: llantén
(*Plantago major*)



REGULADORAS Y HORMONALES

Ayudan a equilibrar procesos hormonales.

Ej.: onagra
(*Oenothera biennis*)

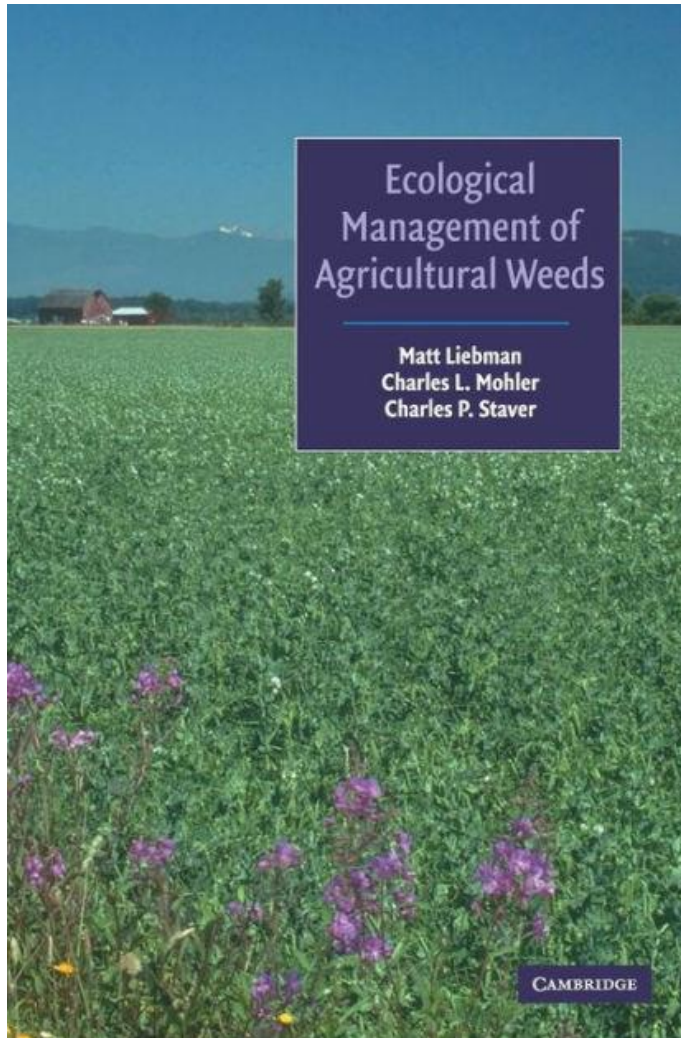
¿Pueden coexistir el cultivo y las malezas?



NO



SI



CHARLES MOHLER (2009)

Las comunidades de malezas más diversas deberían tener un mayor potencial para afectar negativamente el rendimiento de los cultivos

Original Articles

The Ecology of Crop-Weed Interactions

Towards a More Complete Model of Weed Communities in Agroecosystems

Bruce D. Maxwell & Edward Luschei

Pages 137-151 | Published online: 20 Oct 2008

Sugieren que un incremento de la diversidad de las malas hierbas conlleva una reducción en la producción



Insights |  **Open Access** |  

What good is weed diversity?

J Storkey , P Neve

Sugieren que una comunidad de malezas más diversa será menos competitiva, menos propensa a la dominancia de especies altamente adaptadas y resistentes a herbicidas

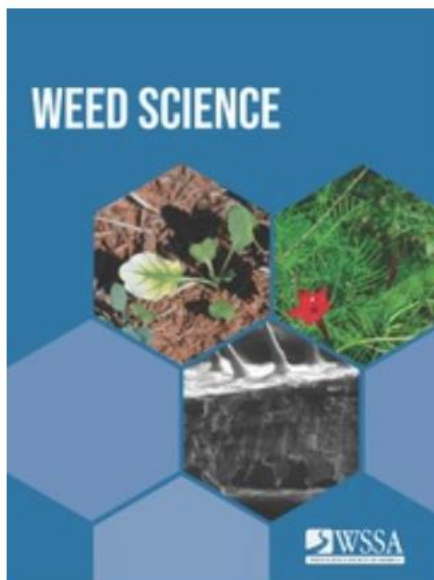


Farming for Ecosystem Services: An Ecological Approach to Production Agriculture

G. Philip Robertson , Katherine L. Gross , Stephen K. Hamilton , Douglas A. Landis , Thomas M. Schmidt , Sieglinde S. Snapp , Scott M. Swinton

BioScience, 2014

La agricultura intensiva puede, mediante prácticas de manejo adecuadas e incentivos económicos, **producir altos rendimientos y al mismo tiempo ofrecer servicios ecosistémicos que contribuyan a la sostenibilidad ambiental y económica a largo plazo**



Neutral weed communities: the intersection between crop productivity, biodiversity, and weed ecosystem services

Marco Esposito^{1,2} , Anna S. Westbrook² , Albino Maggio³ , Valerio Cirillo⁴  and Antonio DiTommaso⁵ 

“comunidades de malas hierbas neutrales”, son comunidades de malas hierbas que coexisten con los cultivos y no afectan negativamente el rendimiento



Weed Diversity Affects Soybean and Maize Yield in a Long Term Experiment in Michigan, USA

Rosana Ferrero^{1,2}, Mauricio Lima^{2,3,4}, Adam S. Davis⁵ and Jose L. Gonzalez-Andujar^{1,4}*

Una mayor diversidad de malezas se asoció con el **aumento en el rendimiento** de la soja

La diversidad de malas hierbas afectó **negativamente** a la producción de maíz



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Field Crops Research

journal homepage: www.elsevier.com/locate/fcr

Disentangling weed diversity and weather impacts on long-term crop productivity in a wheat-legume rotation

Jose L. Gonzalez-Andujar^{a,*}, Maria J. Aguilera^b, Adam S. Davis^c, Luis Navarrete^d

La producción de la leguminosa **no fue afectada** por la diversidad arvense

Se observó un efecto **negativo** de la diversidad de malezas sobre la producción del trigo



Article

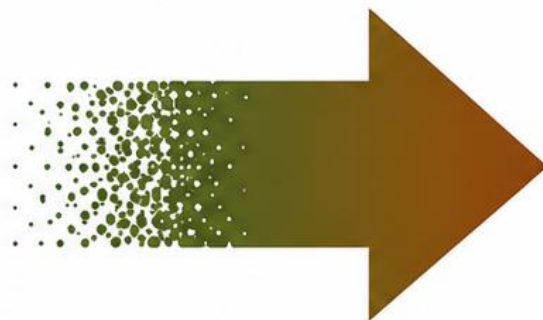
Grain Quality as Influenced by the Structural Properties of Weed Communities in Mediterranean Wheat Crops

Eva Hernández Plaza ^{1,2}, Fernando Bastida ³, David J. Gibson ⁴ , Francisco Barro ² , María J. Giménez ² ,
Yesica Pallavicini ², Jordi Izquierdo ⁵  and José L. González-Andújar ^{2,*} 

La diversidad arvense se asocia con el contenido de proteína del grano de trigo

DEL CONCEPTO — A LA PRÁCTICA —

*Del control de especies **al** manejo de comunidades*



MANEJO DE COMUNIDADES DE MALEZAS

Del control de especies al manejo de comunidades



OBJETIVO GENERAL

Comunidades de malezas funcionales
compatibles con productividad
y biodiversidad



1

EVITAR DOMINANCIA



Una o dos especies no
deben monopolizar la
comunidad de malezas

2

MANTENER DIVERSIDAD



Conservar especies
raras y diferentes
estrategias ecológicas

3

MANTENER LA FUNCIONALIDAD AGRONÓMICA



Evitar niveles de
competencia con
pérdidas económicas

RESULTADO ESPERADO



Biodiversidad



+ Servicios ecosistémicos



+ Rendimiento sostenible

Competencia aceptable – Rendimiento estable



EL AGRICULTOR EN EL CAMBIO DE PARADIGMA

De aplicador de herbicidas a gestor del agroecosistema



El agricultor deja de ser un aplicador de herbicidas para convertirse en un **gestor de comunidades arvenses**.



¿QUÉ EXIGE EL CAMBIO?



Más conocimiento y seguimiento

Identificar especies, densidad y distribución en el tiempo y en el espacio.



Más planificación

Combinar y diversificar prácticas culturales, mecánicas y químicas de forma coherente.



Decisiones más complejas

No todas las arvenses requieren la misma actuación ni en el mismo momento.



Aceptar una presencia controlada

Abandonar el objetivo de "campo limpio" y gestionar la comunidad de arvenses.

CAMBIO DE PARADIGMA



¿QUÉ APORTA AL AGRICULTOR?



Menor dependencia de herbicidas

Menor uso total de herbicidas y menor necesidad de intervenciones.



Menor riesgo de resistencias

Menos residuos y menor presión de selección de herbicidas de última generación.



Mayor resiliencia y estabilidad

Sistemas más resilientes a sequías, plagas y variabilidad climática.



Servicios ecosistémicos y biodiversidad

Más polinizadores e insectos beneficiosos, mejor salud del suelo y del cultivo.



Producción más estable en el tiempo

Menor variabilidad entre campañas ante situaciones cambiantes.



DE CONTROL INDISCRIMINADO

Eliminar todas las malas hierbas



A GESTIÓN SELECTIVA

Eliminar, tolerar o conservar



Suelos más sanos



Más biodiversidad



Mayor resiliencia



Sistemas más estables



No se trata de eliminar todas las malas hierbas, sino de **decidir cuáles eliminar, cuáles tolerar y cuáles conservar.**

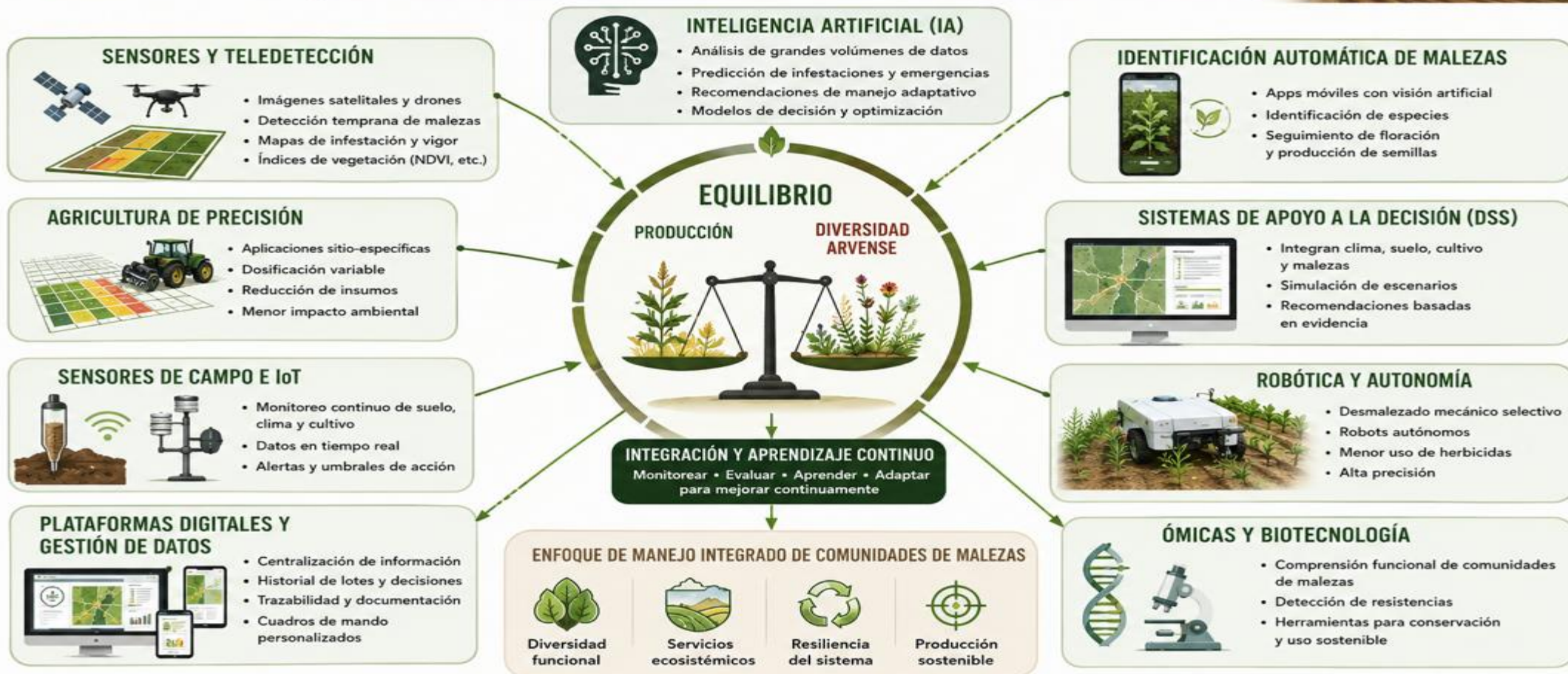




HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS PARA LOGRAR EL EQUILIBRIO

Entre producción y diversidad arvense

Decisiones más precisas • Manejo adaptativo • Sistemas resilientes • Agricultura sostenible



La tecnología al servicio del conocimiento y la toma de decisiones para armonizar producción y biodiversidad en los agroecosistemas.

IA + ROBÓTICA AL SERVICIO DEL NUEVO PARADIGMA

Del control de especies al **manejo inteligente de comunidades** de malezas



Especie de mala hierba	Capacidad competitiva	Valor ecológico	Servicio ecosistémico clave	Acción robótica recomendada
<i>Amaranthus palmeri</i>	Muy alta	Baja	Servicios documentados limitados	Eliminación inmediata
<i>Amaranthus tuberculatus</i>	Muy alta	Baja	Servicios documentados limitados	Eliminación inmediata
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Alta	Baja	Contribución menor a la biodiversidad	Eliminación prioritaria
<i>Lolium rigidum</i>	Alta	Baja	Servicios ecosistémicos limitados	Eliminación prioritaria
<i>Sorghum halepense</i>	Alta	Baja	Servicios ecosistémicos limitados	Eliminación prioritaria
<i>Conyza canadensis</i>	Moderadamente alta	Baja a moderada	Recursos florales	Control basado en umbrales
<i>Papaver rhoeas</i>	Baja	Alta	Apoyo a polinizadores	Conservar a baja densidad
<i>Centaurea cyanus</i>	Baja	Alta	Recursos de néctar y polen	Conservar cuando no sea competitiva
<i>Lamium purpureum</i>	Baja	Alta	Apoyo a polinizadores y recursos florales tempranos	Conservar a baja densidad
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Baja a moderada	Moderadamente alta	Soporte para insectos beneficiosos	Monitorear y conservar por debajo del umbral
<i>Stellaria media</i>	Baja a moderada	Moderada	Hábitat para depredadores y parasitoides	Tolerar bajo baja competencia
<i>Veronica persica</i>	Baja	Moderadamente alta	Recursos florales y apoyo a la biodiversidad	Conservar a baja densidad
<i>Polygonum aviculare</i>	Baja	Moderada	Cobertura del suelo y reducción de la erosión	Conservar en áreas no cultivadas
<i>Poa annua</i>	Baja	Moderada	Protección del suelo y cobertura vegetal	Tolerar fuera de las zonas críticas del cultivo

Mensaje para llevar a casa



Producción y diversidad arvense pueden coexistir

