

Susceptibilidad de Variedades de Girasol al Herbicida Metsulfurón-metil del Grupo Sulfonilureas



1.- Antecedentes y Justificación

2.- Metodología

3.- Resultados

4.- Conclusiones y Recomendaciones



Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y DESARROLLO RURAL

Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



Susceptibilidad de variedades de girasol al herbicida metsulfurón-metil del grupo sulfonilureas. [Saavedra, M., Alcántara, E., Fuentes, M., Alcántara, C.] – Córdoba. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 2015. 1-17 pp. - (Protección de Cultivos).

Helianthus annuus – Clearfield – Express-Sun – residuos herbicidas – fitotoxicidad



Este documento está bajo Licencia Creative Commons.
Reconocimiento-No comercial-Sin obra derivada.
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es>

Ensayo de susceptibilidad de variedades de girasol al herbicida metsulfurón-metil del grupo sulfonilureas

© Edita JUNTA DE ANDALUCÍA. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera.
Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural.
Córdoba, diciembre de 2015.

Autoría:

Milagros Saavedra Saavedra ¹
Esteban Alcántara Vara ²
Mariano Fuentes García ²
Cristina Alcántara Braña ¹

Colaboradores:

Fernando Lafont ³
Inmaculada Montilla Teruel ²
Rubén Romero ¹
Juana Mesa ¹

¹ IFAPA, Centro Alameda del Obispo

² Universidad de Córdoba

³ SCAI, Universidad de Córdoba

Agradecimientos:

Proyecto Transforma TRA-201300.01 "Innovación en Cultivos Herbáceos Extensivos" financiado con fondos FEDER e IFAPA.
A Andrés Gutiérrez, Trinidad Gutiérrez y M^a Ángeles Gutiérrez por su asistencia en el ensayo.

Susceptibilidad de Variedades de Girasol al Herbicida Metsulfurón-metil del Grupo Sulfonilureas

1.- Antecedentes y Justificación

En la campaña de cultivo 2014-2015 **se han observado daños graves de fitotoxicidad en los primeros estadios de girasol** sembrado a finales de invierno o principios de primavera (Figuras 1 a 5). Las afecciones han sido muy importantes en algunas fincas que han perdido casi la totalidad de la cosecha, mientras que en otras han sido más leves y el cultivo ha logrado llegar a maduración. Los daños se han producido en Andalucía y en otras comunidades como Castilla la Mancha o Castilla León. Algunos agricultores han manifestado que esos mismos síntomas ya se habían visto en campañas anteriores, desde hace 3-4 años.

Estos daños observados por agricultores y técnicos, **por los signos vistos en campo y los síntomas de las plantas**, se sospechó desde el primer momento que podían ser debidos a **residuos de herbicidas a base de sulfonilureas, que se habían aplicado de 12 a 14 meses antes en el cultivo de cereal**. Esto nos llevó a iniciar el estudio de este problema.



Figura 1. Daños en campo.



Figura 4. Signos de un tratamiento realizado en el cultivo anterior, perpendicular a la dirección de siembra del girasol.



Figuras 2 y 3. Daños en las raíces y en la parte aérea del girasol.

En abril 2015 en varias fincas se observaron:

- **Síntomas** de daños por herbicidas
- **Signos** de que NO se debían a los tratamientos del girasol

Susceptibilidad de Variedades de Girasol al Herbicida Metsulfurón-metil del Grupo Sulfonilureas

En la manifestación de daños han concurrido varios factores que aparentemente han agravado o paliado el problema, como son laboreo, tipo de producto comercial aplicado, etc. Esto requiere un estudio más profundo a medio-largo plazo.

Pero ante la inminencia de las próximas siembras de girasol, y puesto que los trigos fueron tratados en los primeros meses de 2015 con sulfonilureas, se hace necesario dar alguna información que ayude a los agricultores a evitar posibles daños en la nueva campaña de girasol.

Entre las observaciones hechas por agricultores destaca que algunas variedades se han visto más afectadas que otras. Las variedades Clearfield y Express-Sun, tolerantes a herbicidas de la familia imidazolinonas y a la sulfonilurea tribenurón-metil respectivamente, han sido menos susceptibles que las no resistentes llamadas “normales”.

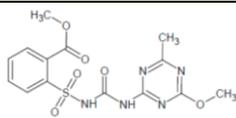
Por otro lado, **metsulfurón-metil es una de las materias activas más utilizadas que se sospechaba era responsable de gran parte de los daños observados** y que está presente en productos comerciales que contienen:

- Metsulfurón-metil solo
- Metsulfurón-metil + otra sulfonilurea
- Y además es el metabolito más importante de la degradación de iodosulfurón-metil-sodio, que es muy empleado en trigo.

El Objetivo de este trabajo ha sido evaluar la susceptibilidad de 21 variedades de girasol a metsulfurón-metil, que es uno de los productos más usados en los cereales y al mismo tiempo uno de los que se tienen más evidencias de su posible implicación en los daños observados en los girasoles en la rotación trigo-girasol.



Figura 5. Clorosis y necrosis en las plantas de girasol.



Metsulfurón

- Es una de las materias activas del grupo de las sulfonilureas más utilizadas
- Es el metabolito más importante de la degradación de iodosulfurón

Susceptibilidad de Variedades de Girasol al Herbicida Metsulfurón-metil del Grupo Sulfonilureas

2.- Metodología

En macetas rellenas con 650 g de sustrato, compuesto por una mezcla de turba, arena y suelo arcilloso calizo libre de residuos de fitosanitarios, **se sembraron 21 variedades de girasol**. De ellas 8 son las llamadas “normales” que **no presentan resistencia a herbicidas**, 2 resistentes a tribenurón-metil, denominadas “Express-Sun”, y 11 resistentes a una imidazolinona, llamadas “Clearfield”. Se eligieron cultivares de las distintas casas comerciales, tanto alto oleico como alto linoleico. En la Tabla 1 se relacionan las variedades ensayadas junto con el código empleado para identificarlas (de V1 a V21).

Inmediatamente después de la siembra en seco **se aplicó metsulfurón mediante agua de riego a dosis:**

D1 = 0,50 microg/kg = 0,50 ppb; D2 = 0,25 ppb y Testigo = 0 ppb

Estas dosis representan respectivamente del 8,3% al 10 % (D1) y del 4,15 al 5 % (D2) de la dosis máxima autorizada para los productos que contienen esta materia activa. Se eligieron de forma que reprodujeran niveles de residuos encontrados en algunas fincas de agricultores y niveles que habían producido daños en otros ensayos que se han desarrollado en IFAPA.

Se hicieron 4 repeticiones.

Las plantas crecieron en cámara a **25°C y 14h/10h de luz/oscuridad**.

Se regaron periódicamente evitando situaciones tanto de falta de agua como de drenaje. En el primer riego se añadió como fertilizante sulfato amónico.

Se tomaron datos de crecimiento y desarrollo de las plantas, longitud de las hojas y altura, así como los síntomas de fitotoxicidad y fotografías. Al final del ensayo se pesó la parte aérea de cada planta y la porción de hojas y tallo por separado (sin hipocotilo ni cotiledones) y se extrajeron las raíces para su observación.



Figura 6. Detalles de la metodología empleada.

Susceptibilidad de Variedades de Girasol al Herbicida Metsulfurón-metil del Grupo Sulfonilureas

Tabla 1. Variedades ensayadas

	Tipo de Variedad	Variedades
V1	Normal	ES BELLA
V2	Normal	LG-56 04 HO
V3	Normal	LG-54 85
V4	Normal	LG-55 37 HO
V5	Normal	P-64 LL62
V6	Normal	P-64 LL105
V7	Normal	SY KIARA
V8	Normal	TRANSOL
V9	Clearfield	CLARASOL
V10	Clearfield	COLOMBI HO
V11	Clearfield	ES NOVAMIS
V12	Clearfield	FORTIMI
V13	Clearfield	IMIDOR
V14	Clearfield	IMIKO
V15	Clearfield	LG-54 63 CL
V16	Express-Sun	P-64 LE25
V17	Express-Sun	P-64 LE29
V18	Clearfield	SY BENTO
V19	Clearfield	SY EXPERTO HO
V20	Clearfield	TALENTO HO
V21	Clearfield	P-64 LC 108

Se midió con el equipo SPAD-502 la clorofila en hojas.

Al final del ensayo se determinaron los residuos de herbicida en suelo, tomando una muestra única de cada dosis (D1 y D2) y tipo de variedad (“normales” y Clearfield+Express-Sun) mezclando porciones de las macetas de las distintas variedades para cada dosis.

El ensayo duró 5 semanas.



Figura 7. Girasoles en floración en una finca que estuvo ligeramente afectada por residuos de sulfonilureas. Se observó pérdida de plantas y ralentización del crecimiento. La cosecha final se vio considerablemente mermada a pesar del buen aspecto de las plantas supervivientes.

Susceptibilidad de Variedades de Girasol al Herbicida Metsulfurón-metil del Grupo Sulfonilureas

3.- Resultados

Afección a las partes aéreas

Variedades “normales” (V1 a V8)

En todas las variedades “normales” (V1 a V8) se produjeron notables reducciones del desarrollo de las hojas (Figura 8). Los daños más graves, como cabía esperar, se produjeron a la dosis más elevada (D1). Es importante señalar que el desarrollo del tercer par de hojas fue muy escaso en todas estas variedades, lo que con toda probabilidad podría condicionar el desarrollo posterior de las plantas, aunque no lleguen a morir.

En cuanto a la altura las respuestas fueron diversas (Figura 9A): las variedades V1, V2 y V3 fueron muy susceptibles a las dos dosis; V4, V5, V6 y V8 se afectaron con la dosis más alta (D1); pero V7 no se vio reducida en su tamaño con ninguna dosis.

El peso de la planta o de sus hojas y tallo (Figuras 9B y 9C) fue el parámetro que mejor mostró las diferencias entre dosis para todas las variedades susceptibles.

La clorosis (Figura 11) se manifestó en las variedades V2, V4, V6, V7 y V8, pero no se pudo apreciar en V1, V3 y V5.

Variedades Clearfield o Express-Sun (V9 a V21)

En cambio, las variedades Clearfield y Express-Sun (V9 a V21) no se vieron afectadas por el herbicida metsulfurón ni en el desarrollo de las hojas (Figura 8), ni en la altura (Figura 9A), ni en el peso de las plantas o de sus hojas y tallo (Figuras 9B y 9C), ni tampoco en la concentración de clorofila (Figura 11).

- **Las variedades “normales” se vieron afectadas por metsulfurón a las dos dosis: 0,50 y 0,25 ppb**
- **Las variedades Clearfield y Express-Sun no mostraron síntomas de fitotoxicidad**
- **El desarrollo de las hojas y el peso fueron los parámetros que mejor diferenciaron la fitotoxicidad**
- **La clorosis no se manifestó en algunas variedades “normales” susceptibles a metsulfurón**

Susceptibilidad de Variedades de Girasol al Herbicida Metsulfurón-metil del Grupo Sulfonilureas

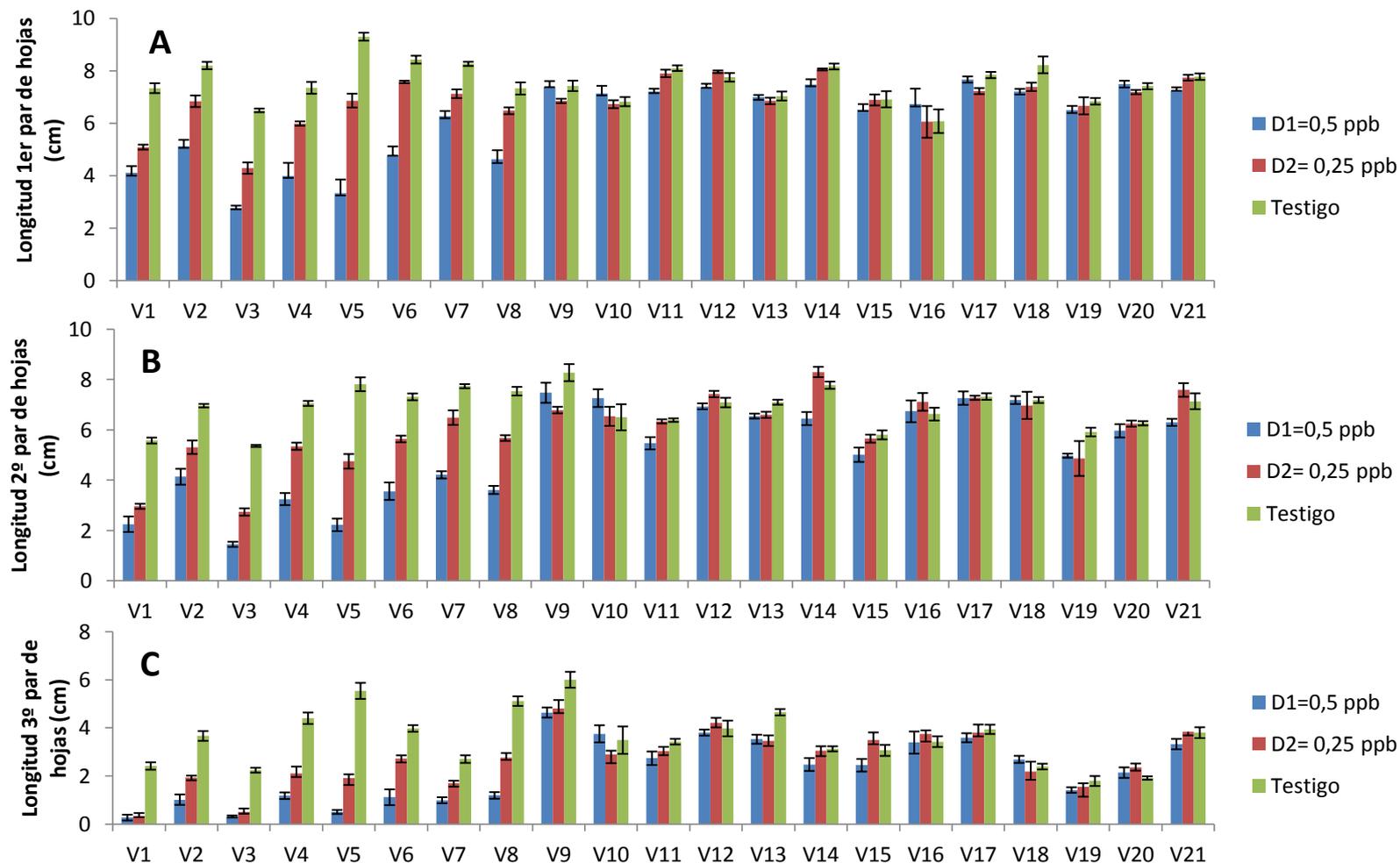


Figura 8. Longitud media de las hojas en cada variedad y tratamiento. Para cada dato se representa el error estándar.

Susceptibilidad de Variedades de Girasol al Herbicida Metsulfurón-metil del Grupo Sulfonilureas

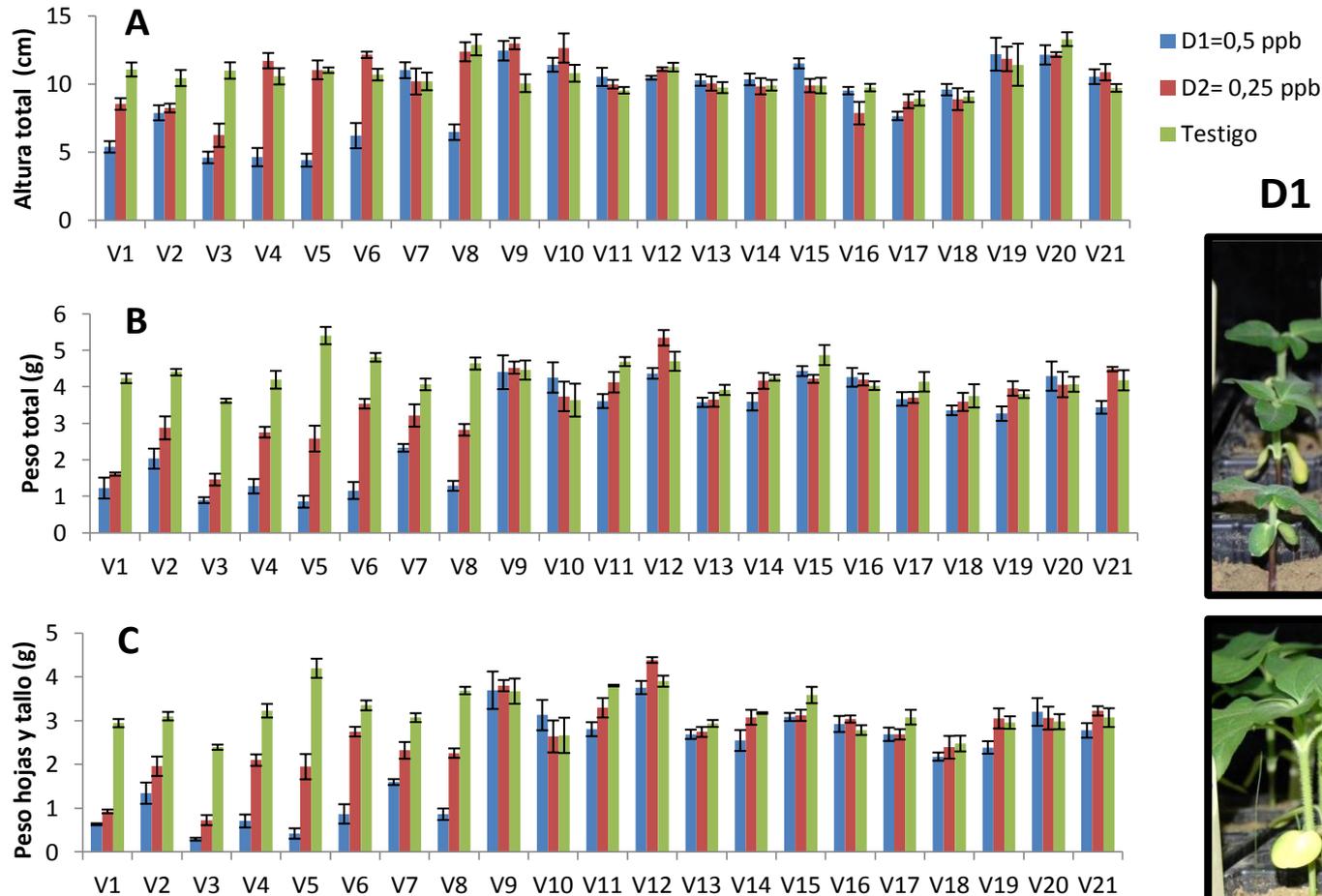


Figura 9. Altura, peso total de las plantas y peso de los tallos y hojas de cada variedad en cada tratamiento. Para cada dato se representa el error estándar.

Figura 10. Efecto en la altura de las plantas sobre una variedad sensible (arriba) y otra tolerante (abajo).

Susceptibilidad de Variedades de Girasol al Herbicida Metsulfurón-metil del Grupo Sulfonilureas

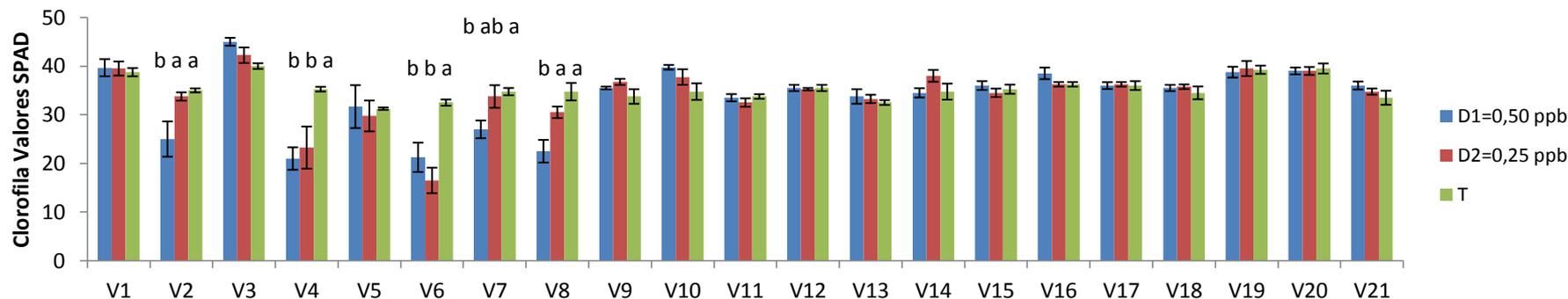


Figura 11. Valores de índice SPAD de clorofila para cada variedad. Solo en 5 variedades se obtuvieron diferencias significativas. Para cada variedad letras diferentes muestran diferencias estadísticamente significativas entre dosis. Para cada dato se representa el error estándar.



Figura 12. Síntomas de fitotoxicidad en variedades "normales" susceptibles a metsulfurón al inicio del segundo par de hojas. Testigo-Arriba, D2-Centro, D1-Abajo.

Susceptibilidad de Variedades de Girasol al Herbicida Metsulfurón-metil del Grupo Sulfonilureas

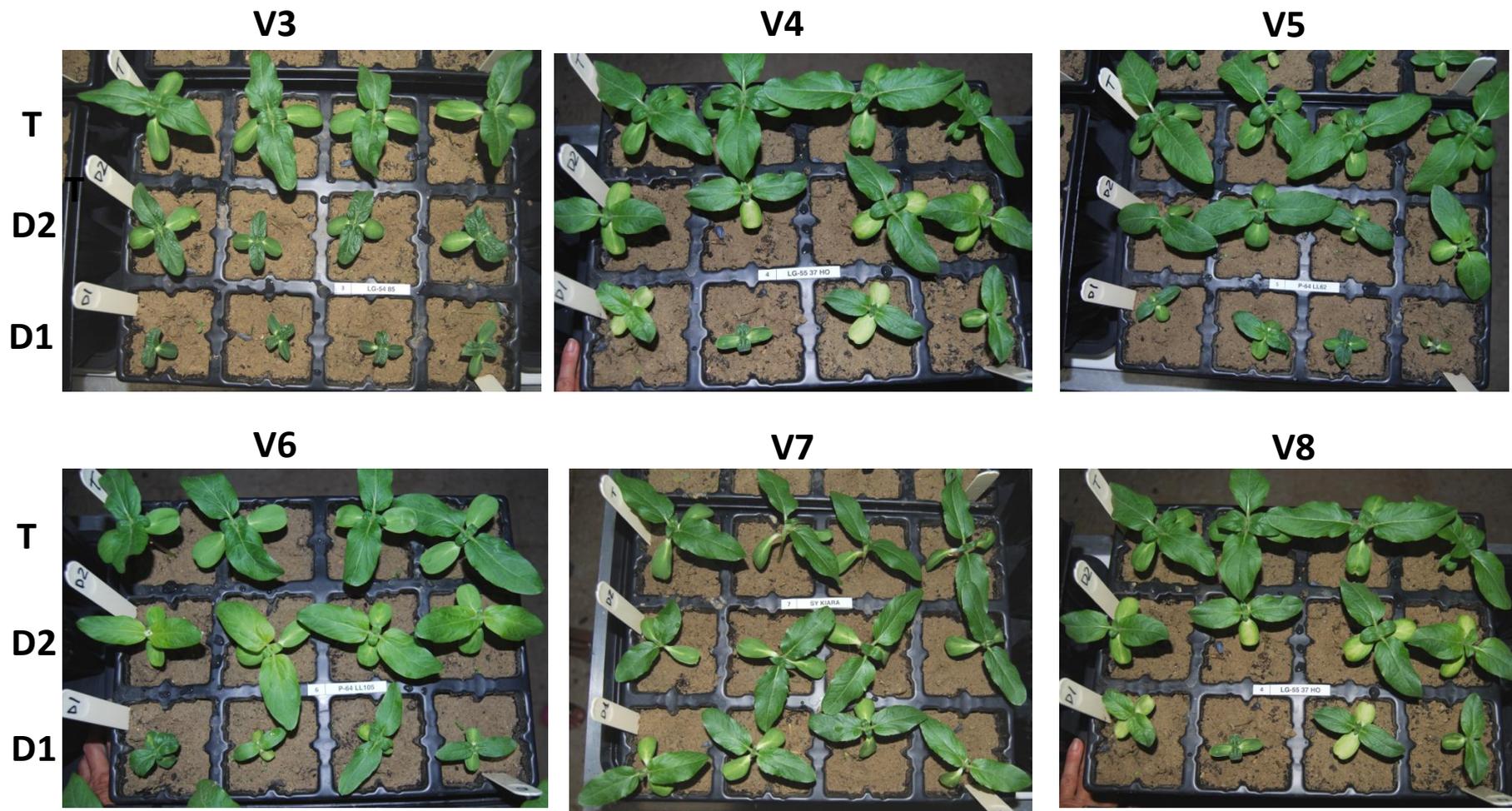


Figura 13. Síntomas de fitotoxicidad en variedades "normales" susceptibles a metsulfurón al inicio del segundo par de hojas. Testigo-Arriba, D2-Centro, D1-Abajo.

Susceptibilidad de Variedades de Girasol al Herbicida Metsulfurón-metil del Grupo Sulfonilureas

V1

V2

V3

V4



V5

V6

V7

V8



Figura 14. Síntomas de fitotoxicidad en las variedades "normales" susceptibles a metsulfurón al finalizar el ensayo. Testigo-Arriba, D2-Centro, D1-Abajo.

Susceptibilidad de Variedades de Girasol al Herbicida Metsulfurón-metil del Grupo Sulfonilureas

Afección a las raíces

Variedades “normales”

Las variedades “normales” se vieron muy afectadas en su raíz. En la Figura 15 se muestran las raíces extraídas al finalizar el ensayo. Puede observarse un grave daño en todas ellas a la dosis más alta (D1), pero este daño no es tan importante aparentemente en la dosis más baja (D2), sobre todo en las variedades V2 y V8, donde se aprecia incluso un fenómeno de **hormesis**, es decir, mayor desarrollo de raíces con una cantidad baja de herbicida. En las variedades V4, V6 y V7 el desarrollo de las raíces fue claramente anómalo, con profusión de raicillas.

Metsulfurón produjo daños en las variedades “normales” en la parte aérea y en la raíz

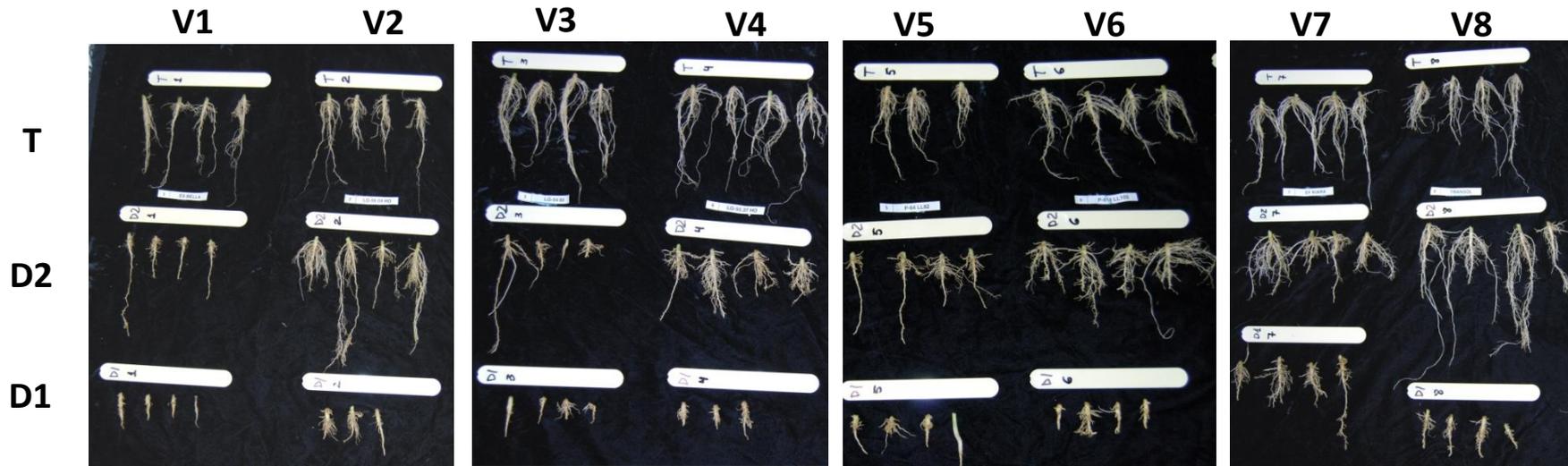


Figura 15. Desarrollo de las raíces de las variedades denominadas “normales”. De izquierda a derecha V1 a V8. Testigo-Arriba, D2-Centro, D1 Abajo.

Susceptibilidad de Variedades de Girasol al Herbicida Metsulfurón-metil del Grupo Sulfonilureas

Variedades Clearfield o Express-Sun (V9 a V21)

Las variedades Clearfield y Express-Sun (V9 a V21) no se vieron negativamente afectadas por el herbicida metsulfurón, al contrario, en la mayoría de ellas el desarrollo de raíces fue mayor cuando se aplicó el herbicida (Figura 16), bien a la dosis D1, D2 o en ambas. Esto fue muy evidente en las variedades V10 y V21.

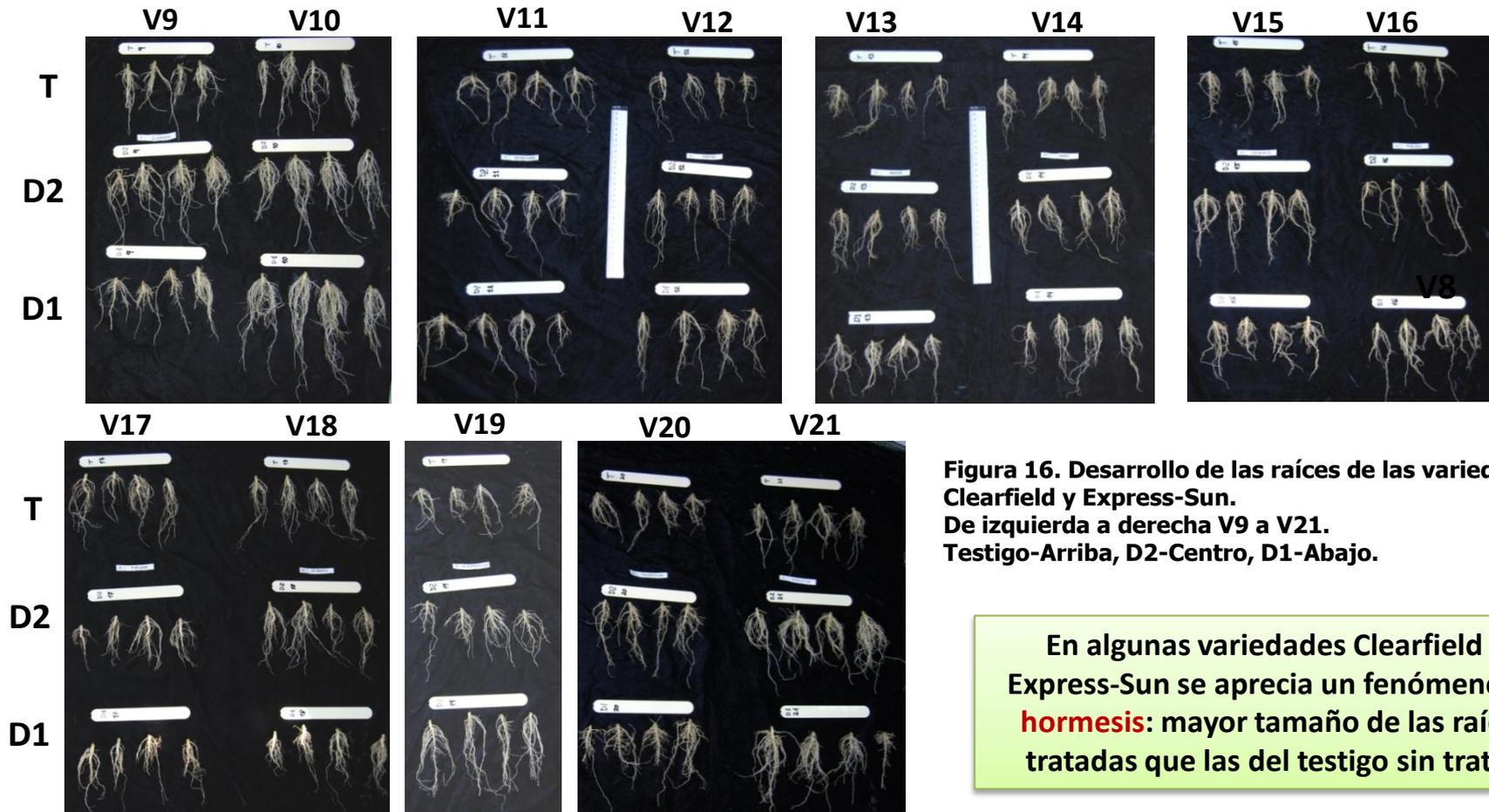


Figura 16. Desarrollo de las raíces de las variedades Clearfield y Express-Sun. De izquierda a derecha V9 a V21. Testigo-Arriba, D2-Centro, D1-Abajo.

En algunas variedades Clearfield y Express-Sun se aprecia un fenómeno de **hormesis**: mayor tamaño de las raíces tratadas que las del testigo sin tratar.

Susceptibilidad de Variedades de Girasol al Herbicida Metsulfurón-metil del Grupo Sulfonilureas

Correspondencia entre daños aéreos y daños en las raíces

En las variedades “normales”:

- **La dosis más alta (D1)** produjo en todas ellas tanto reducción del tamaño de la raíz como de la parte aérea, pero en 3 variedades no se produjo clorosis y en 5 sí.
- En cambio con **la dosis más baja (D2)** hubo reducción del tamaño de la parte aérea, sobre todo de las hojas, pero diversos efectos en las raíces como: mayor desarrollo (V2 y V8), reducción considerable del tamaño (V1, V3 y V5) y proliferación de ramificaciones (V4, V6 y V7). En la D2 la clorosis solo se produjo en dos de ellas (V4 y V6) y este daño aparentemente no guardó relación con la afección a raíces, ya que no fueron las más afectadas.

De los resultados obtenidos se puede deducir que en condiciones de campo, sin plantas testigo sin tratar para poder comparar, **daños de reducción de desarrollo o afecciones a raíces, producidos por residuos de metsulfurón, pueden pasar desapercibidos al menos en algunas variedades y algunos niveles de residuo, puesto que no se manifiestan en clorosis o necrosis.**

En las variedades Clearfield y Express-Sun no se produjo ningún efecto del herbicida sobre la parte aérea, pero sí se han visto respuestas al herbicida en las raíces, aunque no se puede decir que este efecto haya sido perjudicial para la planta, puesto que el tamaño de las raíces se ha incrementado y en ningún caso se ha reducido.

Residuos de metsulfurón en suelo

Al finalizar el ensayo se detectó residuo de metsulfurón en suelo (Tabla 2) en la dosis más elevada (D1), pero no en la dosis inicialmente más baja (D2=0,25 microg/kg; 0,25 ppb). Esto nos indica que es posible que en campo se hayan producido daños y que con posterioridad no se haya podido detectar residuo al analizar muestras de suelo en laboratorio.

Este aspecto es preciso investigarlo más a fondo y con mayor detalle para cuantificar los riesgos de fitotoxicidad por residuos de este herbicida y de otros del mismo grupo.

Tabla 2. Residuos detectados en suelo al finalizar el ensayo.

Tratamiento inicial	Residuo en Variedades “normales”	Residuo en Variedades Clearfield y Express-Sum
D1=0,50 ppb	0,125 ppb	0,062 ppb
D2=0,25 ppb	No detecta	No detecta

Susceptibilidad de Variedades de Girasol al Herbicida Metsulfurón-metil del Grupo Sulfonilureas

4.- Conclusiones y Recomendaciones

Las variedades ensayadas que hemos denominado “normales”, que no son Clearfield ni Express-Sun, han resultado muy susceptibles al herbicida metsulfurón a las dosis 0,50 microg/kg de suelo (0,50 ppb), e incluso a 0,25 ppb. Este nivel de residuos de metsulfurón podría encontrarse en el momento de la siembra del girasol si se aplicaron herbicidas a base de metsulfurón o iodosulfurón en los cultivos, como el trigo, varios meses antes, incluso más de un año antes, como se deduce de los residuos detectados en mayo-junio en algunas fincas de agricultores.

En cambio las variedades Clearfield y Express-Sun ensayadas resultaron tolerantes a estas dosis. En su parte aérea no se observaron daños, pero en el sistema radicular de algunas de ellas se observó una profusión de raíces anómala, poniendo de manifiesto que algunas variedades reaccionan al herbicida, aunque no se ha podido demostrar daño.



La tolerancia de las variedades a metsulfurón no garantiza tolerancia a otras sulfonilureas, excepto iodosulfurón, que es una materia activa que se degrada rápidamente y cuyo principal metabolito es metsulfurón.

Ante la próxima campaña de girasol, en los campos donde se hubiera tratado el cultivo anterior con los herbicidas metsulfurón o iodosulfurón, los agricultores podrían elegir variedades Clearfield o Express-Sun a fin de disminuir el riesgo de daños por fitotoxicidad durante el desarrollo inicial del cultivo.

Susceptibilidad de Variedades de Girasol al Herbicida Metsulfurón-metil del Grupo Sulfonilureas

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera

Edificio BLUENET. Avda. Isaac Newton nº 3 Planta 2ª
Parque Científico y Tecnológico Cartuja `93
41092 Sevilla (Sevilla) España
Teléfonos: 954 994 593 / 954 994 666 Fax: 954 994 664
e-mail: webmaster.ifapa@juntadeandalucia.es
www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa



www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa

Cofinanciado por el Programa Operativo del Fondo Social Europeo de Andalucía 2013-2015



Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y DESARROLLO RURAL

Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional

