

INTERACCIÓN DE LA APLICACIÓN PREEMERGENTE DEL HERBICIDA EXPERIMENTAL CGA 152005 CON LA HUMEDAD DEL SUELO

Fulgencio Martín Tucuch Cauich¹
Manuel Rojas Garcidueñas²
Arturo Coronado Leza³

RESUMEN

Con el objetivo de estudiar el comportamiento del herbicida experimental CGA 152005 en relación con la humedad del suelo, se llevaron a cabo 2 experimentos en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM).

El herbicida experimental se aplicó en dosis de 30 g. de i.a. /ha sobre la planta indicadora que fue girasol *Helianthus annuus* (Compositae); en el primer experimento el suelo se mantuvo a 65, 75 y 85% de capacidad de retención, en el segundo experimento la capacidad de retención fue inicialmente de 70 y 80%, posteriormente se tomaron estratos de suelo de 2, 4 y 6 cm para colocarlos en recipientes de poliuretano y posteriormente sembrar la planta indicadora.

Los resultados mostraron que el herbicida no tiene efectos en la germinación de la planta indicadora en ninguno de los tratamientos correspondientes a los porcentajes de capacidad de retención, sin embargo se observó un fuerte efecto detrimental del herbicida tanto en el crecimiento inicial de la radícula como en el talluelo de la planta indicadora. Mediante la prueba del signo se detectó diferencia significativa entre 70 y 80% de capacidad de retención en el desarrollo de la planta, observándose un mayor crecimiento a 70% de capacidad de retención.

1. Artículo parte de la tesis con que el primer autor aspira al grado de Doctor en Ciencias. Programa de Graduados en Agricultura. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

2. M.S. Profesor-investigador Emérito del Programa de Graduados en Agricultura del ITESM.

3. M.C. Profesor investigador. Depto. de Parasitología. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Palabras clave: CGA 152005, herbicida, capacidad de retención, percolación.

SUMMARY

The behaviour of the experimental herbicide CGA 152005 in relation with soil moisture was investigated in two experiments performed in laboratory at the Agriculture Graduate Program of the ITESM.

The product was applied at 30 i.a./ha; sunflower (*Helianthus annuus*) was used as indicator of bioactivity. In the first experiment were observed the effects in soil at 65, 75 and 85% field capacity and CGA 152005 was applied in preemergence. In the second experiment CGA 152005 was applied on soil at 70 and 80% field capacity, then samples at 2, 4 and 6 cm were taken and placed in containers and the indicator plant was seeded.

Results show that the herbicide does not affect germination but a severe growth inhibition of both, radicle and hipocotyl was induced in both experiments. There is significant difference between 70 and 80% field capacity; the inhibition is greater at 80%.

Index words: CGA 152005, herbicides, field capacity, leaching.

INTRODUCCIÓN

El uso de herbicidas para el control de malezas ha venido adquiriendo singular importancia en los últimos años en todo el mundo, ésto lo confirman algunas cifras que muestran un fuerte incremento en el volumen producido y comercializado de estos agroquímicos, en relación con los insecticidas y fungicidas (Smith, 1991). Sin embargo su manejo no es fácil, por la gran cantidad de factores que afectan a los herbicidas que van desde las características del suelo, hasta las formulaciones mismas del producto.

De lo anterior se desprende la importancia de realizar experimentos a nivel local con los productos que aparecen en el mercado para evaluarlos bajo condiciones específicas de humedad, temperatura, luz, especies presentes, etc., ya que una gran parte de la efectividad de los herbicidas depende de su adecuado manejo, máxime si estos productos son de grupos de herbicidas relativamente nuevos, como es el caso de las sulfonilureas.

De acuerdo a Anderson (1983), en general los herbicidas son más fuertemente absorbidos en suelos secos que en suelos húmedos. La mayoría de los herbicidas son desplazados fácilmente de sus sitios

absortivos por la acción competitiva de las moléculas de agua por estos sitios, pueden también ser desplazados por iones o moléculas de carga similar o mayor.

Según Audus (1976), el agua es un factor importante que puede aumentar la transpiración y mover al herbicida hacia la parte aérea de la maleza; tiene propiedades de solvente para muchos compuestos orgánicos e inorgánicos, incluyendo el oxígeno y el dióxido de carbono. El agua también puede actuar como un reactivo a través de la disociación de iones hidrógeno y oxidrilos; Audus (1976), añade que con humedad adecuada en el suelo puede esperarse que la persistencia de algunos herbicidas se atribuya a la cantidad de humedad del suelo, y en general, la lluvia será siempre necesaria para activar los herbicidas de baja solubilidad que tengan que ser tomados a través de la raíz.

Eagle (1985), menciona que el agua de lluvia puede afectar la efectividad del herbicida por efecto de disponibilidad, percolado y persistencia y Peter (1985), señala que la absorción del herbicida generalmente está en relación inversa con la movilidad y solubilidad de los compuestos en el agua.

Obrigawitch *et al* (1982), están de acuerdo en que la tasa de degradación del EPTC, depende del contenido de humedad del suelo.

El contenido de humedad del suelo es también importante en el comportamiento del herbicida en el metabolismo de la planta, se ha observado que la solubilidad de algunos herbicidas en agua, muestran una alta correlación con la rapidez de formación de nuevos enlaces químicos (Audus, 1976).

Seibert y Fuhr (1985), informan que la variación en el contenido de agua no tuvo efecto pronunciado en la tasa de mineralización de atrazina, pero influyó en su metabolismo.

En cuanto a las sulfoniceluláreas, hay evidencias de la importancia de la humedad edáfica con respecto a su comportamiento en el suelo y los efectos en su acción herbicida; Frederickson y Shea (1986), señalan que el mayor grado de absorción en suelo de bajo pH ha sido atribuido a la ligadura de las moléculas disociadas y al decremento en la solubilidad en el agua de los herbicidas sulfonilureas. La movilidad de clorsulfuron fué debido a la elevación del pH del suelo o al relativamente bajo contenido de materia orgánica del suelo, reflejándose la influencia de estas propiedades del suelo, en la absorción de herbicidas.

Beckie y McKercher (1990), mencionan que el movimiento de un herbicida a través del suelo como DPX A7881 del grupo de las sulfonilureas, tiene importantes implicaciones respecto a su eficacia para controlar

maleza y en su toxicidad. Si se aplica a la superficie, un pequeño movimiento hacia abajo es deseable que ocurra para llevar el herbicida a la zona de germinación de las malezas, sin embargo este movimiento puede resultar en pérdida en la eficiencia del control de malezas y el daño a los cultivos profundos que se usan en rotación.

Wehtje *et al* (1987), añaden que las propiedades del suelo implicados en la absorción de clorsulfuron y sulfometuron son: el grado de contenido de materia orgánica y las condiciones de humedad del suelo.

Blair y Martin (1988), señalan que clorsulfuron se mueve fácilmente en el suelo, sin embargo se ha observado que daña a los cultivos en rotación.

En las aplicaciones preemergentes la actividad de los herbicidas está condicionada en su efectividad, entre otras cosas, a la humedad del suelo; existen productos que son muy solubles en agua y productos que son prácticamente insolubles, por lo que es necesario conocer como es el comportamiento del producto en relación con la humedad edáfica, por lo anterior, el objetivo del presente trabajo es estudiar el comportamiento del herbicida experimental CGA 152005 en relación con la humedad edáfica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos correspondientes al presente trabajo se realizaron en los laboratorios del Programa de Graduados en Agricultura del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey durante los meses de agosto a septiembre de 1993.

La dosis del herbicida utilizado fue de 30 g.i.a/ga y la planta indicadora fue girasol (*Helianthus annuus*; Compositae), reportada en la literatura como sensible al herbicida experimental evaluado (CIBA GEIGY, 1993). Antes de la aplicación, se verificó que la semilla tuviera arriba de 80% de germinación. La aplicación se realizó con un nebulizador "De Vilbiss" previamente calibrado para aplicar 3 cc en 50.26 cm² del diámetro de las macetas; las plantas se mantuvieron en una cámara bioclimática a 28^o C de temperatura.

El diseño empleado fue de parcelas divididas en bloques al azar, correspondiendo los porcentajes de capacidad de retención a las parcelas chicas y los tratamientos con herbicida y sin herbicida a las parcelas grandes. Los experimentos se establecieron con 5 y 4 repeticiones por tratamiento para el 1er y 2º experimento respectivamente, mismos que más adelante se detallarán en la metodología seguida para su establecimiento.

Se tomó información sobre el porcentaje de germinación, el

crecimiento de la planta y de la raíz, así como la sintomatología de daño presentada en la planta.

Los análisis estadísticos se realizaron mediante análisis de varianza, pruebas de rangos de Friedman y la prueba del signo.

1er. experimento: efecto del herbicida CGA 152005 en relación con la humedad edáfica.

La dosis del herbicida experimental fue de 30 g.i.a/ha. y los niveles de capacidad de retención del suelo fueron 65,75 y 85%. Para determinar los tratamientos respectivos, se determinó la capacidad de retención del suelo que fue de 31% y la adición de agua hasta alcanzar el punto deseado, se determinó por el aumento en peso.

Se llenaron las macetas de suelo hasta completar un peso de 514 g.; se regó al 15% de capacidad de retención determinado por peso (545 g); se sembró la planta indicadora, se aplicó el herbicida y finalmente se agregó agua para completar el tratamiento.

El riego de las macetas se realizó de manera tal que se mantuviera durante el transcurso del experimento, la humedad correspondiente a los respectivos porcentajes de capacidad de retención de humedad; para el mejor control de la humedad se pesaron diariamente en la mañana y en la tarde las macetas, para agregar agua hasta tener el peso correspondiente a las medidas edáficas y de esta manera, mantener cada uno de los tratamientos. Los pesos correspondientes fueron para 65%=631 g., para 75%=649 g y para 85%=667 g.

2o. experimento: percolación de CGA 152005 a diferentes niveles de humedad.

Se utilizó la dosis de 30 g, i.a/ha, los niveles de capacidad de retención del suelo fueron de 70 y 80% y los estratos del suelo evaluados fueron de 2,4 y 6 cm de profundidad. El procedimiento para determinar los tratamientos fue similar al experimento anterior, pero con la diferencia de que a las 72 horas después de la aplicación se tomaron las porciones de 2,4 y 6 cm de profundidad para colocarlos en macetas y sembrar girasol a profundidad normal. Después de la siembra del girasol, todas las macetas se mantuvieron a 70% de capacidad de retención.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto del herbicida CGA 152005 en relación con la humedad edáfica

Efectos en la germinación. En el Cuadro 1 se observan los porcentajes de emergencia de plántulas de girasol *Helianthus annuus* en los diferentes porcentajes de capacidad de retención de humedad del suelo, con aplicación del herbicida experimental.

El Cuadro 1, muestra que de acuerdo a los análisis por rangos de Friedman, no se observan diferencias entre el tratamiento sin herbicida y con herbicida en la germinación de las plantas, pues a 0 g.i.a/ha y a 30 g.i.a/ha a 65% de capacidad de retención se observan los mismos porcentajes de emergencia, algo similar ocurre a 0 y 30 g.i.a/ha y, a 85% de capacidad de retención; a 75% de capacidad de retención, tampoco se observan grandes diferencias entre los tratamientos con y sin herbicida, por lo que es difícil atribuir algún efecto detrimental al herbicida en la germinación.

En cuanto al efecto de los diferentes porcentajes de capacidad de retención en los tratamientos herbicidas, se realizaron análisis mediante las pruebas por rangos de Friedman y no se observaron diferencias significativas.

Cuadro 1. Porcentajes de emergencia de plántulas de giras *Helianthus annuus* a diferentes niveles de capacidad de retención de humedad del suelo con la aplicación del herbicida experimental CGA 152005. ITESM 1993.

Tratamiento (g.i.a/ha)	% de capacidad de retención	% de emergencia
0	65	66
	75	66
	85	54
30	65	66
	75	60
	85	63

$$X^2_r = 2.37 \text{ n.s.}$$

$$X^2_r 0.05 = 11.1$$

$$X^2_r 0.01 = 15.2$$

$$DMS = 5$$

Los resultados anteriores coinciden con lo reportado por Blair y Martin (1988) y Smith (1991), quienes afirman que la germinación de las semillas no es inhibida por los herbicidas sulfoniluréticos, ya que el efecto principal es sobre la división celular al inhibir la formación de acetolactato sintetasa, que es esencial para la formación de valina leucina e isoleucina, por lo que es necesario que haya formación de la planta para que el herbicida cause daño.

Efectos en el crecimiento del girasol *Helianthus annuus*. Si bien en la emergencia no se observaron diferencias significativas entre tratamientos, el desarrollo de la planta de girasol si fue afectada por el herbicida según puede apreciarse en el Cuadro 2.

Las diferencias entre las macetas con y sin herbicida son evidentes, ya que la longitud mayor en la parcela con herbicida es de 7.3 cm en tanto que sin herbicida es de 16.5, estos resultados demuestran lo señalado por diversos autores (Brown *et al*, 1992; Smith, 1991 y Blair y Martin, 1991), quienes indican que el daño principal de las sulfonilureas es cuando las plantas están ya en desarrollo y que no es afectada la germinación ni la tasa de emergencia.

El análisis estadístico de la información mediante análisis de varianza, mostró que existe diferencia significativa al nivel 0.01 para tratamientos herbicidas y para porcentajes de capacidad de retención, la

Cuadro 2. Longitud final de plántulas de girasol *Helianthus annuus* 18 días después de la aplicación del herbicida experimental CGA 152005 en preemergencia. ITESM. 1993

Tratamiento (g.i.a/ha)	% de capacidad de retención	longitud (cm)
0	65	16.5
	75	19.4
	85	16.1
30	65	3.7
	75	7.3
	85	5.1

Herbicida $F_{0.01} = 1389.4^{**}$
 Humedad $F_{0.01} = 7.99^{**}$
 Interacción $F_{0.05} = 0.534$ n.s.
 C.V. = 17%

Duncan 0.05
 con herbicida $\frac{65\%}{85\%}$ $\frac{75\%}{75\%}$
 sin herbicida $\frac{65\%}{85\%}$ $\frac{75\%}{75\%}$

prueba de Duncan al 0.05 indica que a 75% se obtiene significativamente mayor desarrollo de la planta, lo que de alguna manera indica el efecto de la humedad en la solubilidad del producto de acuerdo a lo reportado por Blair y Martin (1988). No se observó diferencia significativa para la interacción de las variables evaluadas.

Percolación de CGA 152005 a diferentes niveles de humedad

Efectos en la emergencia. El Cuadro 3 muestra los porcentajes de emergencia obtenidos en el experimento, puede apreciarse que el porcentaje más alto de emergencia se obtuvo a 6 cm, cuando no se aplicó herbicida, sin embargo, algo similar se apreció con la aplicación del herbicida al 80% de capacidad de retención, por lo que no pueden observarse tendencias definitivas en el efecto del herbicida, en relación con los niveles de capacidad de retención y los distintos estratos del suelo.

Cuadro 3. Porcentajes de emergencia de plántulas de girasol *Helianthus annuus* a 2 niveles de capacidad de retención de humedad en 3 estratos del suelo con la aplicación del herbicida experimental CGA 152005. ITESM 1993.

Tratamiento (g.i.a/ha)	% de capacidad de retención	Estrato del suelo (cm.)	% de emergencia
0	70	2	70
		4	45
		6	75
	80	2	60
		4	50
		6	55
30	70	2	40
		4	55
		6	35
	80	2	55
		4	70
		6	75
$X^2_{r} = 8.40$ n.s.			$X^2_{r} 0.05 = 19.07$
$X^2_{r} 0.01 = 24.7$			DMS=4

Para facilitar el manejo de la información, se realizó el análisis mediante la prueba de rangos de Friedman y los resultados no mostraron significancia entre los tratamientos evaluados de acuerdo a los indicadores que se observan en el Cuadro 3; estos resultados coinciden con lo observado en el experimento de humedad edáfica y con lo reportado por Smith (1991) y Blair y Martin (1988).

Efectos en el crecimiento de la planta. En el Cuadro 4 se observa el efecto del herbicida sobre el crecimiento de la planta. Se observan efectos sobre el crecimiento en todos los estratos de siembra contrastando drásticamente con el crecimiento observado en los tratamientos sin herbicida. En cuanto al efecto de los diferentes niveles de capacidad de retención, se observa que a 2 cm se da el mayor crecimiento con 70% de capacidad de retención y el menor crecimiento se da también a 2 cm, pero a 80% de capacidad de retención.

Cuadro 4. Longitud de plántulas de girasol *Helianthus annuus* a 2 niveles de capacidad de retención de humedad en 3 estratos del suelo con la aplicación del herbicida experimental CGA 152005. ITESM 1993.

Tratamiento (g.i.a/ha)	% de capacidad de retención	Estrato del suelo (cm.)	Longitud (cm.)
0	70	2	4.62a
		4	4.62a
		6	3.50ab
	80	2	4.75a
		4	3.75ab
		6	3.50ab
30	70	2	2.37 b
		4	1.87 b
		6	1.63 b
	80	2	1.37 b
		4	1.88 b
		6	1.25 b

ANOVA

Herbicida $F_{0.01} = 48.68^{**}$

Tratamiento $F_{0.01} = 5.05^{**}$

Interacciones no significativas

C.V. = 25%

Medias con misma letras son iguales según la prueba de Duncan al 0.05

PRUEBA DEL SIGNO

X = 4

*=0.05

Ho= + = -

Prob. = 0.01

Ha= + = -

70% > 80%

Se realizó el análisis de varianza y se observaron diferencias significativas para herbicidas y para tratamientos cuyos indicadores se encuentran en el Cuadro 4; no se presentó diferencia significativa en ninguna de las interacciones.

Mediante la prueba del signo se detectó diferencia entre niveles de humedad, observándose que a 70% es mayor el crecimiento de la planta que a 80%. Los indicadores de la prueba del signo se establecen en el Cuadro 4.

Efecto en el desarrollo de la raíz. En el Cuadro 5 se aprecian los resultados del efecto del herbicida sobre el desarrollo de la raíz, se observa que existe un fuerte daño en la raíz por parte del herbicida, pero no se determinan los efectos de los distintos niveles de humedad.

Cuadro 5. Longitud de plántulas de la raíz del girasol *Helianthus annuus* a 2 niveles de capacidad de retención de humedad en 3 estratos del suelo con la aplicación del herbicida experimental CGA 152005. ITESM 1993.

Tratamiento (g.i.a/ha)	% de capacidad de retención	Estrato del suelo(cm.)	Longitud (cm.)
0	70	2	9.25 a
		4	9.88 a
		6	10.0 a
	80	2	9.63 a
		4	9.13 a
		6	10.0 a
30	70	2	1.50 b
		4	1.00 b
		6	1.25 b
	80	2	1.15 b
		4	1.50 b
		6	1.07 b

ANOVA
 Herbicida $F_{0.01} = 199.14^{**}$
 Tratamiento $F_{0.01} = 18.166^{**}$
 Interacciones no significativas
 C.V. = 30%
 Medias con mismas letras son iguales según
 la prueba de Duncan al 0.05

PRUEBA DEL SIGNO
 $H_0 = + - \text{Prob.} = 0.01$
 $H_a = + + - 70\% = 80\%$
 $* = 0.05$

El análisis de varianza muestra diferencia significativa para herbicidas y para tratamientos al 0.01, pero no se observa diferencia significativa para ninguna de las interacciones. Los indicadores estadísticos se muestran en el Cuadro 5.

Mediante la prueba del signo se trató de establecer diferencias entre los porcentajes de capacidad de retención del suelo, pero de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis del tamaño de la raíz, muestran que 70 y 80% son iguales significativamente en el daño.

De acuerdo a los resultados observados en el daño al crecimiento y a la raíz de la planta indicadora y teniendo en cuenta que en el primer experimento presentado a 75% de humedad existió mayor crecimiento de la planta y en segundo experimento se presentó el mismo fenómeno a 70% de humedad, además de ocasionar daños similares en los 3 estratos evaluados, se puede afirmar que los resultados concuerdan con lo reportado por Blair y Martin (1988), y Beckie y McKercher (1990), en cuanto a la solubilidad de las sulfonilureas puesto que prácticamente el herbicida percoló hasta los 6 cm de profundidad; ésto se confirma con los datos del tamaño de la raíz donde la única diferencia fue con y sin herbicida, sin efectos diferenciales entre estratos del suelo y niveles de humedad.

Sintomatología. En las parcelas con herbicida se observó retraso general en el crecimiento y fuertes daños en la raíz, consistentes en nulo desarrollo. En la parte aérea se inhibió el desarrollo y se apreció fuerte clorosis acompañada por malformaciones, seguido de necrosis y secamiento total de la planta. Hubo nulo desarrollo de hojas verdaderas, que quedaron filiformes, casi reducidas a un poco de tejido verde junto a la nervadura central; esta sintomatología coincide con lo observado por Dale *et al* (1984) y Neurver y Wamastek (1992) quienes mencionan que las sulfonilureas matan lentamente y los primeros síntomas aparecen en el tejido meristemático, además de la inhibición del crecimiento y la decoloración de las hojas, tornándolas de un tono rojizo.

CONCLUSIONES

Dentro del rango probado, 65 a 85% de la capacidad de retención, el contenido de humedad del suelo no afectó la emergencia ni el desarrollo posterior del girasol (*Helianthus annuus*).

El herbicida CGA 152005 no afectó la emergencia del girasol. En cambio afectó negativamente el crecimiento inicial de la radícula y del talluelo.

El herbicida CGA 152005 mostró efectos herbicidas similares a 65, 75 y 85% de capacidad de retención, lo que parecería un signo de ser fácilmente soluble en agua.

Los efectos herbicidas del CGA 152005 se muestran en girasol sembrado en estratos de 0 a 6 cm de profundidad en suelo tratado con el producto. Esto parece mostrar que es fácilmente percolable y está de acuerdo con el hecho de ser fácilmente soluble.

El CGA 152005 inhibe el crecimiento de la radícula pero después de la germinación. Las plántulas aparecen con síntomas de clorosis y necrosis de las hojas cotiledonares; las hojas verdaderas no se desarrollan.

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, W.P. 1883. Weed Science: principles. West Publishing Co. Saint Paul, Minnesota.
- Audus, L.J. 1976. Herbicides. physiology, biochemistry, ecology, 2a. ed. Vol. 2. Academic Press. 564 pp.
- Beckie, H.J. and R.B. McKercher. 1990. Mobility of two sulfonilurea herbicides in soil. Jour. Agric. Food. Chem 38:310-315.
- Blair, A.M. and T.D. Martin. 1988. A review of the activity fate and mode of action of sulfonilurea herbicides. Pest Sci. 22; 195-219.
- Brown, H.M., T.P. Fuesler, B.Y. Ray and S.P. Strachman. 1992. Role of plant metabolism in crop selectivity of herbicides. Pest. Chem. 1:257-266.
- Ciba Gegy. 1992. Technical Information. Plant protection-Weed control p. 6. 243 4 pp, Basilea, Suiza.
- Dale, L.S., P.C. Anderson and A. Stidham. 1984. Imidazolines inhibitors of acetohydroxiacid synthase. Plant Physiol. 7:545-546.
- Eagle, D.J. 1985. An agronomic view of environmental effects on the performance of soil applied herbicides. Weed Abst. 34:1393.
- Frederickson, D.R. and P.J. Shea. 1986. Effect of soil pH on degradation movement and plant uptake of chlorsulfuron. Weed Sci. 34:328-372.
- Neurver, H. and R. Wamastek. 1992. Sulfonilurea new cleaning possibility. Weed Abst. 41:2266.

Obrigawitch, T.R, G. Wilson, A.R. Martin and F.W. Roeth. 1982. Influence of temperature and moisture prior EPTC application on the degradation of EPTC in soils. *Weed Sci.* 30:175-181.

Peter, C.J. 1985. Adsorption, mobility and efficacy of selected herbicides as influenced by soil properties. *Weed Abst.* 34:2709.

Seibert, K. and F. Fhur. 1985. Effect of water content on atrazine degradation in soil. *weed Abst.* 34:597.

Smith, C. 1991. Sulfonilurea herbicides. P.J.B. publications LTS. Dupont 1 p.

Wehtje, G., R. Dichens, J.W. Wilcut and B.F. Hajehk. 1987. Sorption and mobility of sulfometuron and imazapir in five Alabama soils. *Weed Sci.* 35:858-864.