

## **Residualidad del herbicida integrity en maíz, y el efecto agcelence de Headline (pyraclostrobin) en la remisión de síntomas de fitotoxicidad en chile, jitomate y calabaza, en Cuautla, Morelos**

Integrity residuality of herbicide in corn and effect of agcelence Headline (pyraclostrobin) in the referral in chile phytotoxicity symptoms, tomato and pumpkin, in Cuautla, Morelos

Acosta-Ramos, M.<sup>1</sup>, García-Munguía A. M.<sup>2</sup>, Vázquez-Sánchez E<sup>1</sup>., Franco-Sánchez, M.<sup>3</sup>, García-Munguía C. A.<sup>3</sup>✉

<sup>1</sup>Proteccion Vegetal, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carr. México Texcoco. Chapingo, Estado de México. CP. 56230. <sup>2</sup>Centro de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad, #940, Cd. Universitaria, Aguascalientes, Aguascalientes, C.P. 20131. <sup>3</sup>CIESTAAM, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carr. México- Texcoco. Chapingo, Estado de México. CP. 56230., 4Ingeniería Agronómica y Zootecnia, Facultad de Ingeniería Agrohídrica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Av. Universidad S/N, San Juan Acateno, Teziutlán Puebla. C.P. 73965

✉ Autor para correspondencia: [cagamu@hotmail.com](mailto:cagamu@hotmail.com)

**Recibido:** 18/01/2016

**Aceptado:** 20/06/2016

### **RESUMEN**

Algunos herbicidas según su estructura y características fisicoquímicas persisten en el ambiente y es de gran importancia conocer con certeza el tiempo en el cual la molécula química persiste adherida a las partículas del suelo, para determinar el momento oportuno en el cual es posible establecer el siguiente cultivo sin que haya problemas de fitotoxicidad propiciando por la acumulación de residuos en agua y suelo principalmente subiendo después por la cadena trófica y llegando hasta los seres humanos por consumo de alimentos, principalmente hortalizas de pocos días de desarrollo. La presente investigación determinó el efecto residual del herbicida Integrity, así como el efecto del fungicida Headline como promotor del efecto Agcelence para la remisión de síntomas de fitotoxicidad en la rotación de maíz con hortalizas, en donde los resultados fueron los siguientes: Integrity no ocasionó síntomas de fitotoxicidad a la dosis comercial ( $1.5 \text{ L.ha}^{-1}$ ) aplicado en post-emergencia al cultivo, sin embargo las plantas de maíz presentaron una menor altura, se observó efecto residual hasta los 75 días después de la aplicación en el testigo sin Headline tanto en chile, calabaza y jitomate; se encontró que Headline (pyraclostrobin) en su dosis alta ( $2.5 \text{ mL.L}^{-1}$ ) ayuda en la remisión de los síntomas de fitotoxicidad ocasionados por el herbicida Integrity en un nivel agronómicamente aceptable ( $< 12.5 \%$  de fitotoxicidad) en jitomate y calabaza.

**Palabra clave:** herbicida, fitotoxicidad, residualidad

## ABSTRACT

Some herbicides according to their structure and physicochemical characteristics persist in the environment and is of great importance to know with certainty the time at which the chemical molecule remains attached to soil particles to determine the timing in which it is possible to establish the next crop without any phytotoxicity problems by promoting the accumulation of waste in water and soil mainly by rising after reaching the food chain and to humans through consumption of food, mainly vegetables a few days of development. This research determined the residual effect of the herbicide Integrity, and the effect of the fungicide Headline as promoter AgCelence effect for the remission of symptoms of phytotoxicity in the rotation of corn with vegetables, where the results were as follows: Integrity not cause symptoms phytotoxicity to commercial dose (1.5 l.ha<sup>-1</sup>) applied post-emergence to the crop, however corn plants showed a lower height, residual effect was observed until 75 days after application in the control without Headline both chile, squash and tomatoes; was found to Headline (pyraclostrobin) in the high dose (2.5 ml.l<sup>-1</sup>) aids in the relief of symptoms of phytotoxicity caused by the herbicide Integrity in an agronomically acceptable level (<12.5% phytotoxicity) in tomato and pumpkin.

**Keywords:** herbicide, phytotoxicity , residuality.

## INTRODUCCIÓN

El control químico como única herramienta y el uso repetido de ciertos grupos de herbicidas ha llevado inevitablemente a la aparición de malezas resistentes a herbicidas en muchos cultivos, así como en pasturas, sistemas perennes y en áreas no cultivadas. Es importante comprender que al aplicar cualquier plaguicida se inicia un proceso de interacción entre éste y el medio hasta que termina su efecto y desaparece. Esta interacción comprende la atmósfera, suelo, agua y plantas. Algunos herbicidas según su estructura y características fisicoquímicas persisten en el ambiente, propiciando con ello la acumulación en agua y suelo principalmente subiendo

después por la cadena trófica y llegando hasta los seres humanos (Jaramillo *et al.*, 2009).

Existen estudios donde se detectan plaguicidas residuales en muestras de suelo, agua, alimentos, fluidos biológicos y tejidos. En alimentos se han encontrado diferentes plaguicidas en granos de cereales, nopal, camarón, aceites vegetales, tomate, uva, entre otros (Aldana *et al.*, 2008; Ahmed *et al.*, 2009; Alsayeda *et al.*, 2008). De igual forma se encuentran estudios en donde los efectos de herbicidas pueden resultar en un incremento o una disminución de la incidencia de enfermedades en los cultivos a través de la promoción o supresión de las actividades de organismos patógenos (Levesque y Rahe, 1992). Alvear *et al.* (2006) señala que los herbicidas provocan un desequilibrio inicial en la planta y en

la biota del suelo pero a medida que avanza el tiempo se recupera esta actividad y que todo está en función de las características fisicoquímicas del herbicida, su persistencia y la dosis utilizada., Lagos *et al.*, (2005) señalan que el herbicida atrazina causó una disminución a través del tiempo sobre poblaciones de bacterias amonificantes, bacterias nitrosomonas, bacterias desnitrificantes, bacterias nitrobacter y algas.

Salazar *et al.*, (2011), indican que los herbicidas con glifosato como ingrediente activo, son potencialmente causantes de daños toxicológicos y ambientales.

La rotación de cultivos es una estrategia de manejo cultural empleada para contrarrestar los efectos de patógenos presentes en el suelo, sin embargo el uso de productos residuales principalmente herbicidas para el control de malezas en cultivos básicos (gramíneas), ocasionan graves riesgos a la integridad de los cultivos empleados para la rotación (gramíneas - hortalizas), ya que en muchas ocasiones esta residualidad llega a ser una limitante para el éxito de un cultivo hortícola. Es de gran importancia conocer con certeza el tiempo en el cual la molécula química persiste adherida a las partículas del suelo, para determinar el momento oportuno en el cual es posible establecer el siguiente cultivo sin que haya problemas de fitotoxicidad (Aldana *et al.*, 2008); existen productos en el mercado que reducen los efectos fitotóxicos de moléculas químicas residuales, dicho efecto se le conoce como efecto Agcelence y es producido por sustancias químicas sintéticas cuyo origen se deriva de una molécula natural; por tal motivo la presente investigación pretende determinar el efecto residual del herbicida Integrity, así como medir el efecto del fungicida Headline como promotor del efecto Agcelence para la remisión de síntomas de fitotoxicidad en la rotación de maíz con hortalizas para lo cual el objetivo de este trabajo fue: 1. Evaluar la residualidad de

Integrity (saflufenacil + dimetenamida) a 1.5 L.ha<sup>-1</sup> en maíz a los 30, 45, 60 y 75 días después de la aplicación del herbicida (DDAH) y 2. Determinar el efecto Agcelence del Headline (pyraclostrobin) en la remisión de síntomas de fitotoxicidad del herbicida Integrity en plántulas de jitomate, chile y calabaza.

## MATERIALES Y METODOS

Se ubicó en una parcela comercial en el campo Paredones de la colonia Cuautlixco en el municipio de Cuautla, Morelos.

**Diseño experimental.** Se realizó bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, el experimento se dividió en bloques, en el primer bloque se llevó a cabo la rotación de cultivo a los 30 DDAH, posteriormente a los 45, 60 y 75 DDAH respectivamente debido al gradiente de residualidad a través del tiempo transcurrido a partir de la aplicación al suelo del herbicida Integrity (1.5 L.ha<sup>-1</sup>) hasta el momento del trasplante de las hortalizas (30, 45, 60 Y 75 DDAH), se tuvieron 6 tratamientos como se muestra en el Cuadro 1.

La unidad experimental quedó constituida por una cama de 1.25 m de ancho por 1.25 m de largo, sembrada a cinco hileras de maíz, equivalente a 1.56 m<sup>2</sup>, en total 56.1 m<sup>2</sup> por tratamiento. En todo el estudio se usaron 482.62 m<sup>2</sup>. Después de transcurrir el tiempo de espera para llevar a cabo la rotación de las hortalizas, estas fueron plantadas en cinco hileras.

Durante el muestreo se eliminó una hilera de cada lado y una planta de cada extremo de las hileras de hortalizas, quedando la parcela útil de una cama 1.0 m de ancho por 1 m de largo, es decir 1 m<sup>2</sup>.

Cuadro 1. Tratamientos

No.	Tratamiento
1	Testigo sin Integrity + maíz + hortalizas sin Headline
2	Testigo sin Integrity + maíz + hortalizas con Headline (1 mL/L) 3 días antes del trasplante
3	Testigo sin Integrity + maíz + hortalizas con Headline (2.5 mL/L) 3 días antes del trasplante
4	Integrity 1.5 L/ha + maíz + hortalizas sin Headline
5	Integrity 1.5 L/ha + maíz + hortalizas con Headline (1.0 mL/L) 3 días antes del trasplante
6	Integrity 1.5 L/ha + maíz + hortalizas con Headline (2.5 mL/L) 3 días antes del trasplante

**Conducción del experimento.** Para determinar el efecto fitotóxico del herbicida Integrity y el efecto Agcelence del fungicida Headline (pyraclostrobin) en la remisión de síntomas de fitotoxicidad ocasionados por el mismo herbicida, el experimento se condujo de la siguiente manera 1. Barbechó con dos pasos de rastra. 2. Siembra de maíz en dos fechas diferentes, la segunda siete días después de la primera; con aplicación del herbicida Integrity siete días después de la primera siembra y e inmediatamente después de la segunda fecha de siembra 3. Los riegos se aplicaron cada 8 días; la rotación de cultivo se llevó a cabo en 4 momentos distintos; el experimento se dividió en bloques, en el primer bloque se llevó a cabo la rotación de cultivo a los 30 DDAH, posteriormente a los 45, 60 y 75 DDAH respectivamente, cosechando las plantas de maíz, removiendo el suelo con ayuda de un moto cultivador y posteriormente se llevó a cabo el trasplante de jitomate, chile y calabaza. 4. Cada cultivo se sembró según el bloque que le correspondió y de acuerdo al tiempo transcurrido después de la aplicación del herbicida Integrity, para tal efecto se utilizaron 75 plantas, haciendo un total de 100 plantas de cada cultivo. 5. Las plántulas de jitomate, chile y calabaza se trataron 3 días antes del trasplante y se sembraron 30 días antes del trasplante para el caso de jitomate y chile, y 15 días antes del trasplante para calabaza. La aplicación del

fungicida Headline en sus dos dosis (1.0 y 2.5 mL.L<sup>-1</sup>) dirigido al follaje. 6. Las plantas de las hortalizas se establecieron en cinco hileras con una separación de 25 cm entre hileras y 25 cm entre plantas, dando así un total de 25 plantas por unidad experimental. 7. La toma de datos de altura de planta y fitotoxicidad se realizó a los 7 y 14 días después del trasplante (DDT) de las hortalizas y la variable peso seco se determinó a los 21 DDT por ser este un método destructivo.

**Momento y número de aplicaciones.** La aplicación del herbicida Integrity se realizó una sola vez, a los 7 días después de la primera siembra de maíz e inmediatamente después de la segunda fecha de siembra, cuando el suelo estaba seco para un fácil desplazamiento entre las unidades experimentales; posteriormente se dio un riego. simulando una lluvia con ayuda de micro aspersores para que el herbicida ejerciera su efecto de manera adecuada.

El fungicida Headline (pyraclostrobin) se aplicó 3 días antes del trasplante, una sola vez a cada lote de hortalizas (dependiendo del momento en que se trasplantaron las hortalizas, 30, 45, 60 y 75 DDAH).

La aplicación del herbicida Integrity se hizo con la ayuda de una aspersora de mochila manual y una lanza con una boquilla de abanico

8002 y el fungicida se aplicó con un aspersor marca Swixmex de 1.5 L.

**Evaluación de las variables respuesta. Frecuencia de malezas presentes.** Se identificó y contabilizó el tipo y número de malezas en cada uno de los tratamientos.

Altura de plantas de maíz, eficacia del herbicida. Con la frecuencia del tipo y número de malezas presentes en cada tratamiento en comparación al testigo y con la utilización de la fórmula de Abbott modificada se determinó la eficacia del herbicida Integrity.

Fitotoxicidad post emergente. Se evaluaron 100 plantas de maíz a los 21 días después de la aplicación de Integrity, tomadas al azar de las sembradas 7 días antes de la aplicación del herbicida, valorándolas con la escala de la European Weed Research Society.

Altura de las hortalizas. Peso seco del follaje de las hortalizas. De las 3 hortalizas cosechadas, se secaron a 73°C durante 3 días y se les determinó su peso con una báscula de 1000 g de capacidad.

**Tipo y frecuencia de muestreo.** Se realizaron dos evaluaciones de altura de planta y porcentaje de fitotoxicidad a los 7 y 14 DDT; la determinación del peso seco se llevó a cabo a los 21 DDT. El tamaño de muestra fue de 3 plantas de la parcela útil por unidad experimental, haciendo un total de 9 plantas por tratamiento.

**Fitotoxicidad.** La fitotoxicidad se evaluó a los 7 y 14 DDT, mediante la escala porcentual propuesta por la European Weed Research Society.

**Análisis de datos.** Los datos obtenidos de altura, peso fresco, peso seco y biomasa en los cultivos de jitomate, chile y calabaza, se

sometieron a un análisis de varianza y prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ), mediante el paquete de análisis estadístico SAS®. Además, se calculó la efectividad de los tratamientos mediante la prueba de eficacia de Abbott, 1925.

## RESULTADO Y DISCUSIÓN

**Efecto Post-emergente.** El herbicida Integrity en su dosis comercial (1.5 L.ha<sup>-1</sup>) no mostro efectos fitotóxicos que repercutieran en el rendimiento al cultivo de maíz en aplicación pos emergente, ya que el nivel fitotóxico fue muy bajo y con una frecuencia del 5%; dicho efecto desapareció a los 21 días después de su aplicación

**Frecuencia de Malezas Presentes y Eficacia del Herbicida.** A los 21 días después de la aplicación se encontraron seis especies de malezas en las parcelas testigo, entre las cuales predominaron *Portulaca oleracea*, *Eleusine indica*, *Cyperus esculentus*, *Amaranthus hybridus*, *Cynodon dactylon* y *Sicyos deppei*. Mientras que en las parcelas donde se aplicó el herbicida Integrity solo se encontraron cuatro malezas de las seis antes mencionadas, pero con una muy baja frecuencia. Con un control total de *Portulaca oleracea* y *Amaranthus hybridus*.

**Efecto Fitotóxico y Altura de las Plantas de Maíz.** El herbicida Integrity no ocasiono síntomas aparentes de fitotoxicidad, sin embargo se observó una menor altura de las plantas de maíz en las parcelas tratadas con Integrity con respecto al testigo absoluto a los 21 días después de la aplicación del herbicida, sin embargo este efecto se revirtió marcadamente a los 35 días, pues las malezas y el maíz entraron en el periodo de competencia y el herbicida continuo ejerciendo su acción (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Comparación de datos de altura de plantas de maíz, frecuencia y altura de malezas en parcelas tratadas con Integrity y sin tratar.

Tratamiento	Altura del maíz	Malezas											
		<i>P. oleracea</i>		<i>A. hybridus</i>		<i>C. dactylon</i>		<i>E. indica</i>		<i>C. esculentus</i>		<i>S. deppei</i>	
		Frec.	Alt.	Frec.	Alt.	Frec.	Alt.	Frec.	Alt.	Frec.	Alt.	Frec.	Alt.
Testigo	55.44	54.3	25.6	9.6	40.9	10.6	4.7	2.6	8.4	5.3	16.4	0.33	19
Con Integrity	45.63	0	0	0	0	5	6.7	3.3	8.8	5.3	13.1	0.33	26

Frec. = frecuencia † Alt= altura (cm).

### Periodo de Residualidad del Herbicida Integrity en el Cultivo de Jitomate

**La altura.** Con los datos obtenidos en la evaluación a los 7 y 14 DDT se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA), en donde se observaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados; estas diferencias se corroboraron al llevar a cabo una comparación múltiple de medias Tukey (0.05) (Cuadro 3), en donde se observó que el mejor tratamiento fue el 3 (Testigo sin Integrity + maíz + hortalizas con Headline (2.5 mL.L<sup>-1</sup>) 3 días antes del trasplante **SH + HLA**), que se ve reflejada en la altura de planta de 9.75 cm, en comparación con el testigo en donde la altura de planta fue de 6.13 cm. El segundo mejor grupo de tratamientos estuvo conformado por los

tratamientos 2 y 6 (sin Integrity + maíz + hortalizas con Headline (1 mL.L<sup>-1</sup>) 3 días antes del trasplante **SH + HLB** e Integrity 1.5 L.ha<sup>-1</sup> + maíz + hortalizas con Headline (2.5 mL.L<sup>-1</sup>) 3 días antes del trasplante **H + HLA**), ya que permitieron una altura de planta de 8.48 y 8.02 cm respectivamente, asimismo se observó que los tratamientos 4 y 5 fueron los que mostraron los valores más bajos de altura de planta los cuales fueron de 6.13 y 6.85 cm respectivamente (Cuadro 3), valores que estuvieron por debajo del testigo 7.64. El cultivo de jitomate se vio fuertemente dañado por el efecto residual del herbicida Integrity, en comparación con los tratamientos en donde no se realizó la aplicación del herbicida.

**Cuadro 3.** Comparación múltiple de medias para los datos de altura de planta de jitomate en las evaluaciones de los 7 y 14 DDT para determinar el periodo de residualidad del herbicida Integrity en Cuautla, Morelos.

No	TRAT	Media 7 DDT	Media 14 DDT	GRUPO TUKEY
3	SH + HLA	9.31	9.75	A
2	SH + HLB	8.03	8.48	B
6	H + HLA	7.58	8.02	B
1	SH + SHL	7.06	7.64	BC
5	H + HLB	6.45	6.85	CD
4	H + SHL	5.75	6.13	D

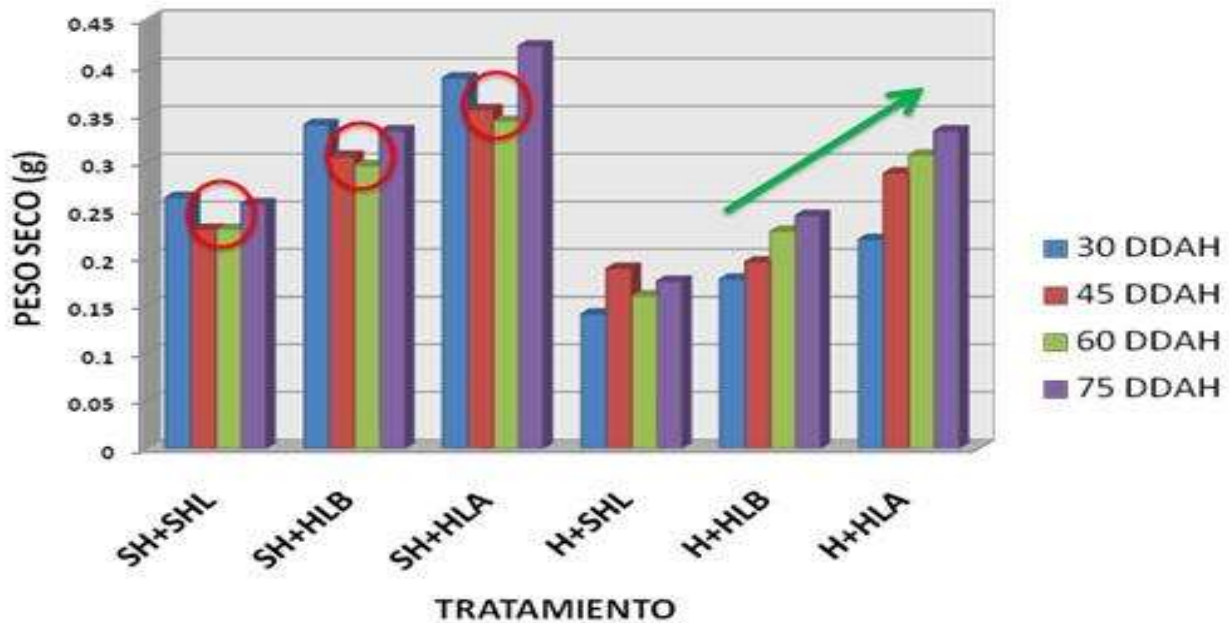
### Evaluación del Peso Seco en Jitomate.

Se realizó un ANOVA con los datos de porcentaje de infección del peso seco de planta en jitomate en la evaluación a los 14 DDT en

los bloques de 30, 45, 60 y 75 DDAH, en donde se apreciaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con respecto al testigo absoluto. Estas diferencias se corroboraron al

llevar a cabo una comparación de medias de Tukey (0.05) (Cuadro 4), en donde se apreció que el peso seco de las plantas de jitomate, fue mayor en donde no se aplicó el herbicida Integrity y se aplicó Headline a las plántulas de hortalizas con respecto al testigo absoluto. Asimismo se detectó que el mejor tratamiento fue el 3 (Testigo sin Integrity + maíz + hortalizas con Headline (2.5 mL.L<sup>-1</sup>) 3 días antes del trasplante SH + HLA), ya que presentó el promedio más alto de peso seco de planta 0.37 g, lo que corresponde a un incremento de 21% de peso seco con respecto

al testigo absoluto, seguido por el tratamiento 2 (sin Integrity + maíz + hortalizas con Headline (1 mL.L<sup>-1</sup>) 3 días antes del trasplante SH + HLB), el cual presentó una media de 0.3 g y un incremento de 14% con respecto al testigo absoluto y el tercer mejor tratamiento fue el 6 (Integrity 1.5 L.ha<sup>-1</sup> + maíz + hortalizas con Headline (2.5 mL.L<sup>-1</sup>) 3 días antes del trasplante H + HLA), ya que presentó una media de peso seco de 0.26 g y un incremento de 10 % de peso seco con respecto al testigo absoluto (figura 1).



**Figura 1.** Peso seco de plantas de jitomate en la evaluación a los 14 DDT en los bloques de los 30, 45, 60 y 75 DDAH para la evaluación del periodo de residualidad del herbicida Integrity en Cuautla, Morelos.

**Evaluación del Porcentaje de Fitotoxicidad en Jitomate.** Se realizó un ANOVA con los datos de porcentaje de fitotoxicidad en jitomate, obtenidos en la evaluación a los 7 y 14 DDT (cuadro 4) en donde se apreciaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con respecto al

testigo absoluto. Estas diferencias se corroboraron al llevar a cabo una comparación de medias de Tukey (0.05) (Cuadro 4), en donde se apreció que la fitotoxicidad en las plantas de jitomate, fue nula en donde no se aplicó el herbicida INTEGRITY, sin embargo, se pudo apreciar que en los tratamientos donde

se aplicó el herbicida Integrity y se aplicó Headline a las plántulas de hortalizas mostraron un porcentaje de fitotoxicidad menor con respecto al testigo absoluto. Así mismo se detectó que el tratamiento 6 (Integrity 1.5 L.ha<sup>-1</sup>

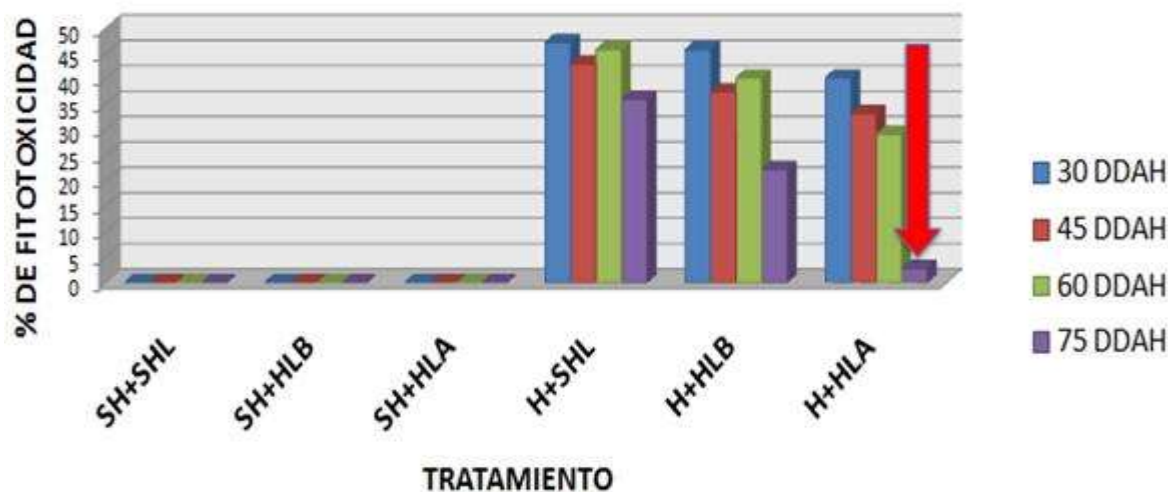
+ maíz + hortalizas con Headline (2.5 mL.L<sup>-1</sup>)

3 días antes del trasplante H + HLA), en el

bloque de los 75 DDAH fue el mejor tratamiento, ya que permitió un porcentaje de 11.11 %, lo cual de acuerdo con la escala propuesta por la European Weed Research Society, no se refleja en el rendimiento (Figura 2).

**Cuadro 4.** Evaluación del porcentaje de fitotoxicidad en jitomate en las evaluaciones a los 7 y 14 DDT en los bloques de 30, 45, 60 y 75 DDAH para determinar el periodo de residualidad del herbicida INTEGRITY en Cuautla, Morelos.

No. TRAT	30 DDAH		45 DDAH		60 DDAH		75 DDAH	
	7 DDT	14 DDT	7 DDT	14 DDT	7 DDT	14 DDT	7 DDT	14 DDT
1 SH + SHL	0	0	0	0	0	0	0	0
2 SH + HLB	0	0	0	0	0	0	0	0
3 SH + HLA	0	0	0	0	0	0	0	0
4 H + SHL	47.22	77.77	43.05	76.38	45.83	77.77	36.11	63.88
5 H + HLB	45.83	69.44	37.5	62.5	40.27	62.5	22.22	45.83
6 H + HLA	40.27	61.11	33.33	56.94	29.16	54.16	2.77	11.11



**Figura 2.** Porcentaje de fitotoxicidad en plantas de jitomate en la evaluación a los 7 DDT en los bloques de los 30, 45, 60 y 75 DDAH para determinar el periodo de residualidad del herbicida Integrity en Cuautla, Morelos.



### Evaluación del Periodo de Residualidad del Herbicida Integrity en el Cultivo de Chile

**La altura.** Se realizó un ANOVA con los datos de altura de planta en chile, obtenidos en la evaluación a los 7 y 14 DDT en los bloques de 30, 45, 60 y 75 DDAH en donde se apreciaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con respecto al testigo absoluto. Estas diferencias se corroboraron al llevar a cabo una comparación de medias de Tukey (0.05) (Cuadro 5), en donde se apreció que la altura de las plantas de chile, fue menor en donde se aplicó el herbicida Integrity, sin embargo la aplicación de Headline a las plántulas de chile contrarrestó los efectos negativos del herbicida Integrity, propiciando una mayor altura de planta con respecto al testigo absoluto. Así mismo se detectó que los mejores tratamientos fueron el 3, 2 y 1

[(Testigo sin Integrity + maíz + hortalizas con Headline ( $2.5 \text{ mL.L}^{-1}$ ) 3 días antes del trasplante **SH + HLA**), (sin Integrity + maíz + hortalizas con Headline ( $1 \text{ mL.L}^{-1}$ ) 3 días antes del trasplante **SH + HLB**), y (Testigo sin Integrity + maíz + hortalizas sin Headline **SH + SHL**), ya que presentaron el promedio más alto de altura de planta 5.87, 5.15 y 4.56 cm respectivamente, lo que demuestra que el herbicida Integrity afecta el crecimiento normal de las plantas de chile. También se pudo observar que el tratamiento 6 (Integrity  $1.5 \text{ L.ha}^{-1}$  + maíz + hortalizas con Headline ( $2.5 \text{ mL.L}^{-1}$ ) 3 días antes del trasplante **H + HLA**), presento una altura de planta de 1.76 cm la cual es menor a la de los tratamientos antes mencionados, pero mayor a la del testigo absoluto la cual fue 0, lo que indica que la aplicación de Headline en su dosis alta contrarresta el efecto negativo del herbicida Integrity solo cuando se aplica 75 DDAH.

**Cuadro 5.** Evaluación de la altura de chile en las evaluaciones a los 7 y 14 DDT en los bloques de 30, 45, 60 y 75 DDAH para determinar el periodo de residualidad del herbicida INTEGRITY en Cuautla, Morelos.

No	TRAT	30 DDAH		45 DDAH		60 DDAH		75 DDAH	
		7 DDT	14 DDT	7 DDT	14 DDT	7 DDT	14 DDT	7 DDT	14 DDT
1	<b>SH + SHL</b>	5.56	6.11	4.67	5.66	4.55	5	5.84	6.06
2	<b>SH + HLB</b>	5.84	6.22	5.68	6.08	5.46	5.88	5.96	6.41
3	<b>SH + HLA</b>	6.65	7.22	6.05	6.64	5.92	6.33	7.04	7.5
4	<b>H + SHL</b>	0	0	0	0	0	0	3.74	0
5	<b>H + HLB</b>	5.477	0	4.24	0	4.57	0	5.75	6.16
6	<b>H + HLA</b>	5.677	0	4.66	0	4.84	0	6.68	7.05

**Peso Seco en Chile.** Se realizó un ANOVA con los datos de peso seco de planta en chile, obtenidos en la evaluación a los 14 DDT en los bloques de 30, 45, 60 y 75 DDAH en donde se apreciaron diferencias significativas entre los tratamientos con

respecto al testigo absoluto. Estas diferencias se corroboraron al llevar a cabo una comparación de medias de Tukey (0.05) (Cuadro 6), en donde se apreció que el peso seco de las plantas de chile, fue mayor en donde no se aplicó el herbicida Integrity y se aplicó Headline a las

plántulas de hortalizas con respecto al testigo absoluto. Así mismo se detectó que el mejor tratamiento fue el 3 (Testigo sin Integrity + maíz + hortalizas con Headline (2.5 mL.L<sup>-1</sup>) 3 días antes del trasplante SH + HLA), ya que presentó el promedio más alto de peso seco de planta 0.14 g, lo que corresponde a un incremento de 14 % de peso seco con respecto al testigo absoluto, seguido por el tratamiento 2 (sin Integrity + maíz + hortalizas con Headline

(1 mL.L<sup>-1</sup>) 3 días antes del trasplante SH + HLB), el cual presentó una media de 0.11 g y un incremento de 11 % con respecto al testigo absoluto y el tercer mejor tratamiento fue el 6 (Integrity 1.5 L.ha<sup>-1</sup> + maíz + hortalizas con Headline (2.5 mL.L<sup>-1</sup>) 3 días antes del trasplante H + HLA), ya que presentó una media de peso seco de 0.08 g y un incremento de 8 % de peso seco con respecto al testigo absoluto (Cuadro 6).

**Cuadro 6** Comparación múltiple de medias para los datos de peso seco de planta de chile en la evaluación a los 14 DDT para determinar el periodo de residualidad del herbicida INTEGRITY en Cuautla, Morelos. 2012.

No	TRAT	MEDIA	GRUPO TUKEY
3	SH + HLA	0.14	A
2	SH + HLB	0.11	AB
6	H + HLA	0.08	BC
1	SH + SHL	0.04	CD
5	H + HLB	0.03	D
4	H + SHL	0.0	D

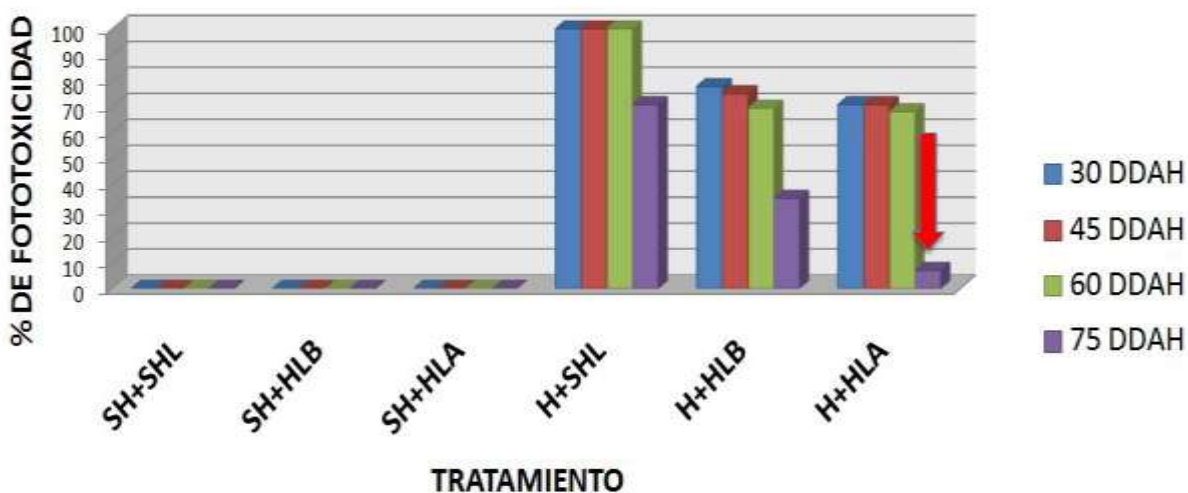
#### *Porcentaje de Fitotoxicidad en Chile.*

Se realizó un ANOVA con los datos de porcentaje de fitotoxicidad en chile, obtenidos en la evaluación a los 7 y 14 DDT en donde se apreciaron diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al testigo absoluto, estas diferencias se corroboraron al llevar a cabo una comparación de medias de Tukey (0.05) (Cuadro 7), en donde se apreció que la fitotoxicidad en las plantas de chile, fue nula en donde no se aplicó el herbicida Integrity, sin embargo, se pudo apreciar que en los tratamientos donde se aplicó el herbicida Integrity y se aplicó Headline en su dosis baja y alta a las plántulas de hortalizas mostraron un porcentaje de fitotoxicidad menor con respecto al testigo absoluto únicamente en el bloque de los 75 DDAH, ya que en los bloques anteriores se observó la muerte total de las plantas. Así mismo se detectó que los tratamientos 3, 1 y 2 [(Testigo sin Integrity + maíz + hortalizas con

Headline (2.5 mL.L<sup>-1</sup>) 3 días antes del trasplante **SH + HLA**), (Testigo sin Integrity + maíz + hortalizas sin Headline **SH + SHL**) y (sin Integrity + maíz + hortalizas con Headline (1 mL.L<sup>-1</sup>) 3 días antes del trasplante **SH + HLB**), no presentaron fitotoxicidad, ya que no se realizó la aplicación de herbicida. así mismo se detectó que el tratamiento 6 (Integrity 1.5 L.ha<sup>-1</sup> + maíz + hortalizas con Headline (2.5 mL.L<sup>-1</sup>) 3 días antes del trasplante **H + HLA**), en el bloque de los 75 DDAH fue el tratamiento que contrarrestó los efectos negativos del herbicida Integrity, ya que permitió un porcentaje de 15.27 %, (Cuadro 7) en comparación con el testigo absoluto el cual presentó la muerte total de la planta; sin embargo el resultado obtenido de acuerdo con la escala propuesta por la European Weed Research Society, no es aceptable, ya que este porcentaje de daño se refleja en el rendimiento (Figura 3).

**Cuadro 7.** Comparación múltiple de medias para los datos de porcentaje de fitotoxicidad en chile en la evaluación a los 7 DDT para determinar el periodo de residualidad del herbicida Integrity en Cuautla, Morelos.

No	TRAT	7 DDT		14 DDT	
		MEDIA 7 DDT	GRUPO TUKEY	MEDIA 14 DDT	GRUPO TUKEY
4	H + SHL	92.7	A	100.0	A
5	H + HLB	64.2	B	88.8	AB
6	H + HLA	54.1	B	78.8	B
3	SH + HLA	0.0	C	0.0	C
1	SH + SHL	0.0	C	0.0	C
2	SH + HLB	0.0	C	0.0	C



**Figura 3.** Porcentaje de fitotoxicidad en plantas de chile en los bloques de los 30, 45, 60 y 75 DDAH para determinar el periodo de residualidad del herbicida INTEGRITY en Cuautla, Morelos.

### Evaluación del Periodo de Residualidad del Herbicida Integrity en el Cultivo de Calabaza.

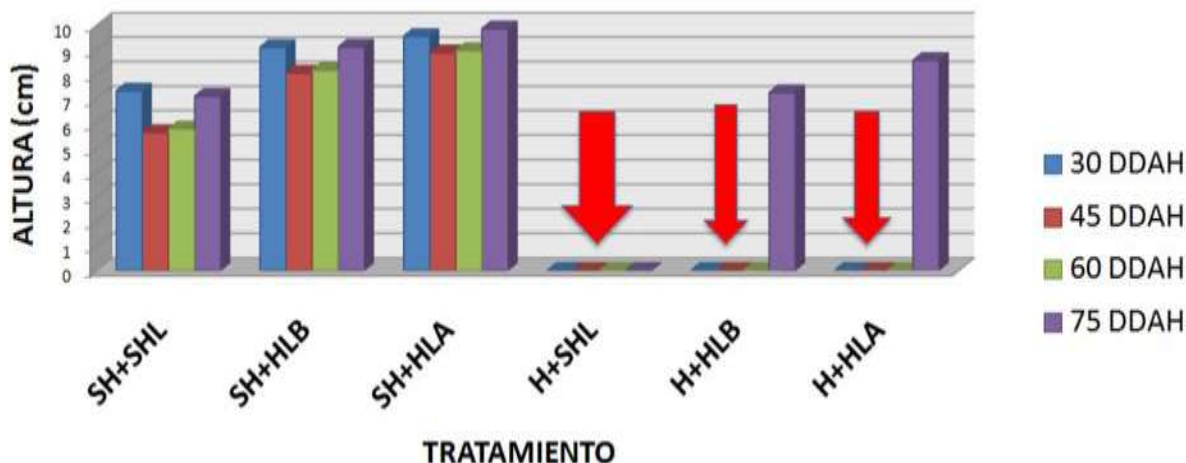
**La Altura.** Se realizó un ANNOVA con los datos de altura de planta en calabaza, obtenidos en la evaluación a los 7 y 14 DDT en los bloques de 30, 45, 60 y 75 DDAH, en donde se apreciaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con respecto al testigo

absoluto. Estas diferencias se corroboraron al llevar a cabo una comparación de medias de Tukey (0.05) en donde se apreció que la altura de las plantas de calabaza, fue menor en donde se aplicó el herbicida Integrity, sin embargo la aplicación de Headline a las plántulas de calabaza contrarrestó los efectos negativos en los tratamientos donde se realizó la aplicación del herbicida Integrity, propiciando una mayor altura de planta con respecto al testigo absoluto.

Así mismo se detectó que el mejor tratamientos fue el 3 (Testigo sin Integrity + maíz + hortalizas con Headline ( $2.5 \text{ mL.L}^{-1}$ ) 3 días antes del trasplante **SH + HLA**), ya que presento el promedio más alto de altura de planta 7.27 cm respectivamente, el segundo mejor tratamiento fue el 2 (sin Integrity + maíz + hortalizas con Headline ( $1 \text{ mL.L}^{-1}$ ) 3 días antes del trasplante **SH + HLB**), ya que presento una altura de planta de 6.61 cm y como tercer mejor tratamiento se tiene al 1 (sin Integrity + maíz + hortalizas sin Headline **SH + SHL**), ya que mostro una altura de planta de 4.96 cm. Los tratamientos 6 y 5 fueron estadísticamente iguales al testigo absoluto, sin embargo se puede apreciar que la aplicación de Headline en su dosis baja y alta contrarresta los efectos del herbicida Integrity sólo hasta los 75 DDAH. Lo antes mencionado se observa gráficamente en la Figura 4.

**Peso Seco en Calabaza.** Se realizó un ANOVA obtenidos en la evaluación a los 14 DDT

en los bloques de 30, 45, 60 y 75 DDAH (Cuadro 8), en donde se apreciaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con respecto al testigo absoluto. Estas diferencias se corroboraron al llevar a cabo una comparación de medias de Tukey (0.05) en donde se apreció que el peso seco de las plantas de calabaza, fue mayor en donde no se aplicó el herbicida INTEGRITY y se aplicó Headline a las plántulas de hortalizas con respecto al testigo absoluto. Así mismo se detectó que al aplicar el herbicida INTEGRITY y aplicar HEADLINE a las plántulas contrarresta el efecto residual del herbicida. El mejor tratamiento fue el 3 (Testigo sin INTEGRITY + maíz + hortalizas con HEADLINE ( $2.5 \text{ mL.L}^{-1}$ ) 3 días antes del trasplante SH + HLA), ya que presento el promedio más alto de peso seco de planta 1.4 g, seguido por el tratamiento 2 (sin INTEGRITY + maíz + hortalizas con HEADLINE ( $1 \text{ mL.L}^{-1}$ ) 3 días antes del trasplante SH + HLB), el cual presento una media de 1.0 g y el tercer mejor tratamiento fue el 1 (sin INTEGRITY + maíz + hortalizas sin HEADLINE), ya que presento una media de peso seco de 0.7 g en comparación con el testigo absoluto en el cual hubo la muerte total de las plantas de calabaza.



**Figura 4.** Altura de las plantas de calabaza en la evaluación a los 14 DDT en los bloques de los 30, 45, 60 y 75 DDAH para la evaluación del periodo de residualidad del herbicida INTEGRITY en Cuautla, Morelos.

**Cuadro 8.** Evaluación del peso seco de calabaza en las evaluaciones a los 7 y 14 DDT en los bloques de 30, 45, 60 y 75 DDAH para determinar el periodo de residualidad del herbicida INTEGRITY en Cautla, Morelos. 2012.

No	TRAT	30 DDAH	45 DDAH	60 DDAH	75 DDAH
1	SH + SHL	1.03	0.88	0.94	1.36
2	SH + HLB	1.71	1.33	1.35	1.74
3	SH + HLA	2.47	1.96	2.08	2.44
4	H + SHL	0	0	0	0
5	H + HLB	0	0	0	1.46
6	H + HLA	0	0	0	1.63

**Porcentaje de fitotoxicidad.** Se realizó un ANOVA con los datos de porcentaje de fitotoxicidad en calabaza, obtenidos en la evaluación a los 7 y 14 DDT (Cuadro 9), en donde se apreciaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con respecto al testigo absoluto. Estas diferencias se corroboraron al llevar a cabo una comparación de medias de Tukey (0.05), en donde se apreció que la fitotoxicidad en las plantas de calabaza, fue nula en donde no se aplicó el herbicida INTEGRITY, sin embargo, se pudo apreciar que en los tratamientos donde se aplicó el herbicida INTEGRITY y se aplicó Headline en su dosis alta a las plántulas de hortalizas mostro un porcentaje de fitotoxicidad menor con respecto al testigo absoluto únicamente en el bloque de los 75 DDAH, ya que en los bloques anteriores se observó

la muerte total de las plantas. Así mismo se detectó que los tratamientos 3, 1 y 2 [(Testigo sin INTEGRITY + maíz + hortalizas con HEADLINE (2.5 mL.L<sup>-1</sup>) 3 días antes del trasplante SH + HLA), (Testigo sin INTEGRITY + maíz + hortalizas sin HEADLINE SH + SHL) y (sin INTEGRITY + maíz + hortalizas con HEADLINE (1 mL.L<sup>-1</sup>) 3 días antes del trasplante SH + HLB), no presentaron fitotoxicidad, ya que no se realizó la aplicación de herbicida. Así mismo se detectó que el tratamiento 6 (INTEGRITY 1.5 L.ha<sup>-1</sup> + maíz + hortalizas con HEADLINE (2.5 mL.L<sup>-1</sup>) 3 días antes del trasplante H + HLA), en el bloque de los 75 DDAH fue el tratamiento que contrarrestó los efectos negativos del herbicida INTEGRITY, ya que permitió un porcentaje de 0 %, (Cuadro 9).

**Cuadro 9.** Evaluación del porcentaje de fitotoxicidad en calabaza en las evaluaciones a los 7 y 14 DDT en los bloques de 30, 45, 60 y 75 DDAH para determinar el periodo de residualidad del herbicida INTEGRITY en Cautla, Morelos.

No	TRAT	30 DDAH		45 DDAH		60 DDAH		75 DDAH		MEDIA		MEDIA	
		7 DDT	14 DDT	7 DDT	14 DDT	7 DDT	14 DDT	7 DDT	14 DDT	7 DDT TUKEY	14 TUKEY	7 DDT	TUKEY
1	SH + SHL	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	C	0.0	C
2	SH + HLB	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	C	0.0	C
3	SH + HLA	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	C	0.0	C
4	H + SHL	100	100	100	100	100	100	18.05	100	79.5	A	100.0	A
5	H + HLB	26.38	100	25	100	30.55	100	0	33.33	20.4	B	83.3	AB

6 H+	19.44100	20.83100	19.44100	0	0	14.9BC	75.0B
HLA							

## DISCUSIÓN

En este estudio se encontró que el herbicida Integrity no ocasionó síntomas de fitotoxicidad a la dosis comercial ( $1.5 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) aplicado en post-emergencia al cultivo, sin embargo las plantas de maíz presentaron una menor altura que puede ser un posible efecto que menciona Alvear *et al.* (2006) en donde señala que los herbicidas provocan un desequilibrio inicial en la planta y en la biota o los daños como las causadas por Glifosato como lo menciona Salazar *et al.*, (2011). Con la aplicación de Headline en su dosis alta ( $2.5 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ ) se observó una fitotoxicidad del 15.27 % lo cual no es aceptable.

## CONCLUSIONES

El herbicida Integrity no ocasionó síntomas de fitotoxicidad a la dosis comercial ( $1.5 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) aplicado en post-emergencia al cultivo, sin embargo las plantas de maíz presentaron una menor altura, controló al 100 % las maleas de hoja ancha (*Portulaca oleracea* y *Amaranthus hybridus*) que se presentaron con mayor frecuencia, y las más nocivas al cultivo de maíz y controló en un 50% a *Cynodon dactylon*; no tuvo efecto en el control de *Eleusine indica*, *Cyperus esculentus*, y *Sicyos deppei* aplicado en preemergencia a la maleza, redujo la población de *Cynodon dactylon* en un 50% , no controló a *Eleusine indica*, *Cyperus esculentus*, y *Sicyos deppei* en su dosis comercial ( $1.5 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) y se observó efecto residual hasta los 75 DDAH en el testigo sin Headline tanto en chile, calabaza y jitomate.

Headline (pyraclostrobin) en su dosis alta ( $2.5 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ ) ayuda en la remisión de los síntomas de fitotoxicidad en un nivel

agronómicamente aceptable (< 12.5 % de fitotoxicidad) en jitomate y calabaza.

## LITERATURA CITADA

- Ahmed, A.R., Tarek, M.M., Rady, A.R. y Mohamed, Y.H. 2009. Dissipation of profenofos, imidacloprid and penconazole in tomato fruits and products. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 83: 812–817.  
<https://doi.org/10.1007/s00128-009-0012-0>
- Aldana, M.L., Valdez, S, Vargas, N.D., Salazar, N.J., Silveira, M.I., Loarca, F.G., Rodríguez, G., Wong, F.J., Borboa, J. y Burgos, A. 2008. Insecticide residues in stored grains in Sonora, Mexico: quantification and toxicity testing. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 80: 93–96.  
<https://doi.org/10.1007/s00128-007-9302-2>
- Alsayed, H., Pascal-Lorber, S., Nallanthigal, C., Debrauwer, L. y Laurent, F. 2008. Transfer of the insecticide [ $^{14}\text{C}$ ] imidacloprid from soil to tomato plants. *Environmental Chemistry Letters*. 6: 229–234.  
<https://doi.org/10.1007/s10311-007-0121-1>
- Alvear, M.Z. López, E. R. Rosas, G y Espinoza, N.N. 2006. Efecto de la aplicación de herbicidas en condiciones de campo sobre unas actividades biológicas. *Revista de las Ciencias del Suelo y Nutrición Vegetal*. Vol. 6, Núm 1 : 64-76.  
<https://doi.org/10.4067/S0718-27912006000100001>
- Cravero, M., Albarracín, I., Salomón, R., & Pío, G. (2010). Inhibición del crecimiento de *Chlamydomonas* sp. por la sal isopropilamina de N-(fosfonometil) glicina.

- Jaramillo, F., Meléndrez, M.E. y Aldana, M.L. 2009. Toxicología de los Plaguicidas. En Toxicología Ambiental. Jaramillo, F., Rincón, A.R. y Rico, R.M. (ed.), pp. 270. Textos Universitarios. Universidad Autónoma de Aguascalientes - Universidad de Guadalajara. México.
- Lagos, C.J.A. Campos, S. R. y Fuentes, L.C. 2005. Efecto del herbicida atrazina sobre el metabolismo del suelo y su relación con propiedades químicas (edáficas y de tejido radical) en un suelo del municipio de Saldana Tolima. Revista Épsilon Núm. 5 : 61-97.
- Levesque, C.A. and Rahe, J.E. 1992. Herbicide interactions with fungal root pathogens, with special reference to glyphosate. Ann. <https://doi.org/10.1146/annurev.py.30.090192.0>
- Salazar-López, N. J., & Madrid, M. L. A. (2011). Herbicida Glifosato: Usos, toxicidad y regulación. *BIOtecnica*, 13(2), 23-28. <https://doi.org/10.18633/bt.v13i2.83>
- Smale, M., Zambrano, P., Paz-Ybarnegaray, R., & Fernández-Montaño, W. (2012). A case of Resistance: herbicide-tolerant Soybeans in Bolivia.

Copyright (c) 2016 M. Acosta Ramos, A. M. Garcia Munguía, E. Vázquez Sánchez,

M3 Franco Sánchez y C. A. Garcia- Munguía



Este texto está protegido por una licencia licencia [Creative Commons 4.0](#)

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, , incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) - [Texto completo de la licencia](#)