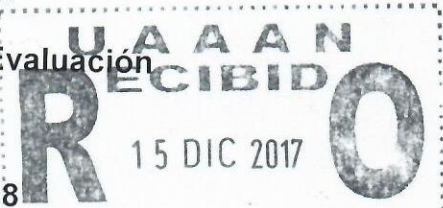




Dirección de Investigación

Subdirección de Programación y Evaluación



Proyecto de Investigación 2018

HORA: SUBDIRECCIÓN DE PROGRAMACIÓN

Unidad:	SALTILLO	División:	AGRONOMÍA	Departamento:	PARASITOLOGÍA
Tema estratégico (ANA/PEP):		(ANA) BIOTECNOLOGÍA: CONSERVACIÓN, Desarrollo en investigación relacionada con la caracterización y diversidad genética. CULTIVO Algodón, Manejo integrado de plagas.			
Línea de investigación:		RESISTENCIA DE MALEZAS A HERBICIDAS			
Título del proyecto: DETECCIÓN DE LA RESISTENCIA A GLIFOSATO EN MALEZAS ASOCIADAS AL CULTIVO DE ALGODÓN GM, EN LA REGIÓN PRODUCTORA DE SAN PEDRO DE LAS COLONIAS, COAHUILA.					
Presupuesto solicitado (Máximo \$75,000)		\$ 20,000		El proyecto es:	Nuevo <input type="checkbox"/> Continuation <input checked="" type="checkbox"/>
Tipo de investigación:		Básica <input type="checkbox"/>	Aplicada <input checked="" type="checkbox"/>	Tecnológica <input type="checkbox"/>	e-mail del responsable
Vinculación:		Si <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>	Fondos concurrentes:	
Cooperante(s):		ING. JAIME CHÁVEZ MÁRQUEZ (TÉCNICO CERTIFICADO EN ALGODÓN)			
Entidad (es):		COAHUILA		Municipio (s): SAN PEDRO	
Localidades:		RINCÓN DEL BUITRE, RANCHO DE LA UAAAN, LOCALIDAD SAN PEDRO DE LAS COLONIAS			
A realizar durante el(los) año(s):		2018-2019			

Participantes	Adscripción (Clave Depto.)	Expediente No.	Firma
Responsable:	DRA. MIRIAM SÁNCHEZ VEGA	PARASITOLOGÍA 100069	
Colaborador:	DR. LUIS ALBERTO AGUIRRE URIBE	PARASITOLOGÍA 0899	
Colaborador:	DR. ERNESTO CERNA CHÁVEZ	PARASITOLOGÍA 3563	
Colaborador:	DRA. YISA MARÍA OCHOA FUENTES	PARASITOLOGÍA 3948	
Colaborador:	DR. MARIANO FLORES DÁVILA	PARASITOLOGÍA 1920	
Colaborador:	DR. ARTURO MANCERA RICO	FITOMEJORAMIENTO 4185	
	Grado por obtener	Matrícula	Firma
Tesista:	SERGIO ALEJANDRO PEREZ ALFARO	LICENCIATURA 41132234	
Programa Docente:	INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO		
Tesista:	CASTAÑEDA MICHACAEDUARDO ABRAHAM	LICENCIATURA 41144049	
Programa Docente:	INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO		
Tesista:			
Programa Docente:			

Vo. Bo.		Autoriza	
Firma y sello			
Nombre	DR. ERNESTO CERNA CHÁVEZ Jefe de Departamento	Dr. Armando Robledo Olivo Subdirector de Programación y Evaluación	

• Cada Jefe de Departamento deberá dejar copia para su archivo

Protocolo para Proyecto de Investigación 2018

1.-Titulo del proyecto

Presupuesto solicitado:

Detección de la resistencia a glifosato en malezas asociadas al cultivo de algodón GM, en la región productora de San Pedro de las Colonias, Coahuila.	\$ 20,000.00
--	--------------

2 - Introducción

A nivel mundial, la agricultura moderna ha logrado incrementos productivos notables, acompañados de una creciente obtención de alimentos, impulsada por un amplio uso de insumos para el control de malezas, plagas y enfermedades, así también como fertilizantes. Los últimos 50 años del siglo XX y lo que va del siglo XXI se caracterizan por una fuerte dependencia respecto de los agroquímicos como elementos fundamentales en el control de adversidades de los cultivos (Palou *et al.*, 2015).

El desarrollo de diferentes familias de herbicidas a partir de la década de 1940 ha dado lugar a la idea de que el control químico es una herramienta que posibilita la erradicación de malezas, por lo que, desde entonces, es el principal método utilizado por los productores agropecuarios (Matzrafi *et al.*, 2016), este auge se dio debido a las reducciones causadas por las malezas, las cuales pueden variar entre 0-30% para bajos niveles de infestación y malezas poco agresivas, hasta más del 80% para malezas más competitivas a sus máximas densidades, coexistiendo éstas con el cultivo durante todo su ciclo (Papa, 2008).

En los últimos años se comercializado más de 127 millones de litros, de los cuales los herbicidas constituyeron entre el 66%. Es evidente, entonces, que estos xenobióticos, se han constituido en protagonistas de la agricultura. Dentro de este contexto de control químico, el tema de la tolerancia y resistencia de malezas constituye una de las líneas de investigación a destacar (Villalba, 2009).

Entre los compuestos químicos de mayor importancia en la generación de resistencia y/o tolerancia se encuentra el glifosato. Por resistencia debe entenderse la capacidad poblacional o de un biotipo que le permite a sus individuos sobrevivir y dejar descendencia ante la aplicación de una dosis letal de herbicida para la cual su filial original era susceptible. Una de las primeras consideraciones que deben realizarse es no confundir este fenómeno con el de tolerancia. La tolerancia es una habilidad natural propia de la especie que le permite reproducirse y sobrevivir, y viceversa, ante la aplicación de herbicidas. A diferencia de las tolerantes, las poblaciones resistentes suelen sobrevivir no solo a las dosis de aplicación agrícola del herbicida sino a otras bastante superiores (Plácido *et al.*, 2013).

Los cultivos genéticamente modificados (GM) para tolerancia a herbicidas a nivel mundial han permitido simplificar el control de malezas y ampliar el área de factibilidad económica del cultivo a lotes con problemas serios en especial de maleza perennes resistentes y/o tolerantes a grupos químicos. La resistencia a glifosato en los cultivos GM se asocia a la presión de selección y al mal manejo en la fenología y control de la maleza, a lo que se suma que dichos cultivos también son establecidos como monocultivo, por consiguiente no se da la rotación de cultivos, ni de herbicidas con diferentes modos de acción y diferentes momentos de aplicación (Papa, 2008).

Para realizar un estudio de detección de resistencia en maleza, se requiere tener el conocimiento de los hábitos bioecológicos de la(s) especie(s), con que se trabaja, por debido al contexto anterior, se pretende realizar una identificación de malezas y el estudio de las condiciones latencia en semilla, con la finalidad detectar y monitorear las condiciones de resistencia y/o tolerancia de glifosato en malezas asociadas al algodón GM, en regiones con alta presión de selección a xenobióticos contra la maleza.

Objetivos

General:

Monitorear la resistencia y/o tolerancia de malezas asociadas al cultivo de algodón genéticamente modificado debido el efecto de la presión de selección de aplicaciones constantes de glifosato, en la región productora del estado de Coahuila.

Específicos:

- Categorizar e identificar a nivel familia y especie las malezas asociadas al cultivo del algodón GM en la región productora de La Laguna
- Evaluar diferentes métodos pregerminativos en semillas de malezas colectadas en la región de La Laguna con alta presión de selección a glifosato en el cultivo del algodón GM.
- Detectar niveles de resistencia y/o tolerancia a glifosato en malezas que interaccionan en el cultivo de algodón GM, de la región de La Laguna.

Hipótesis

Se espera que al menos tres especies distintas de maleza, tengan aptitudes de resistencia para poder atribuir dicha característica

3.-Revisión de Literatura

Importancia de las malezas

Las malezas se caracterizan por tener un desarrollo rápido, ser agresivas, conformar poblaciones grandes, dada su alta capacidad reproductiva, habitan en condiciones muy variadas, invaden sistemas de riego y drenes; además reducen la eficiencia del cultivo en el uso del agua, luz, suelo, fertilizante, espacio y dificultan las labores culturales (Jarillo, 1994; García y Fernández, 1991).

Muchos autores refieren que un gran número de especies de malezas, actúan como reservorios de insectos, hongos, virus y bacterias y que en determinado tiempo serán fuente primaria de infección para los cultivos (Mexzon y Chinchilla, 2001).

Resistencia a herbicidas

La resistencia a herbicidas es un fenómeno común en áreas agrícolas donde las prácticas de control de maleza están basadas únicamente en la aplicación de herbicidas. La complejidad en las prácticas de manejo de las zonas agrícolas genera múltiples puntos donde es posible que las poblaciones de maleza evolucionen independientemente a la resistencia a herbicidas (Torres *et al.*, 2017). En términos generales, el desarrollo de resistencia a cualquier herbicida involucra un proceso de selección ligado al de variabilidad intraespecífica. Se asume que cualquier población de malezas puede tener biotipos resistentes en baja frecuencia, debido a mutaciones que ocurren naturalmente. Así, el uso repetido de un mismo herbicida expone a la población a una presión de selección que conduce al aumento del número de individuos resistentes. Los biotipos susceptibles mueren mientras que los resistentes sobreviven produciendo propágulos. Si persiste la aplicación de herbicidas que actúan sobre el mismo sitio de acción, la proporción del biotipo resistente se incrementa con relación al biotipo susceptible. No obstante, el uso frecuente de herbicidas con un mismo modo de acción puede promover la selección de biotipos resistentes (Maxwell y Mortimer, 1994). Los mecanismos de resistencia de hecho son los mismos que hacen a los cultivos tolerantes a herbicidas, sólo que éstos ya contienen los genes que se les confieren y no han sido sometidos a un proceso de selección con esa finalidad (Ross y Lembi, 1999), caso contrario a lo que sucede con las especies de malezas en las que se desarrollan biotipos resistentes (Vázquez *et al.*, 2017).

Además de la resistencia que puede ocurrir de forma natural, existen posibilidades de inducirla por técnicas de ADN recombinante propuestas por la ingeniería genética o selección de variantes resistentes obtenidas por cultivos de tejidos o mutagénesis. Diferentes autores coinciden en afirmar que, naturalmente, existen tres mecanismos que provocan resistencia, a través de la eliminación de la acción fitotóxica del herbicida: la modificación del sitio de acción, la detoxificación por metabolización y la reducción de absorción, transporte, aislamiento o secuestro (Villalba, 2009).

Resistencia a Glifosato

El primer caso de resistencia a herbicidas registrado fue para 2,4-D, pero la temática de resistencia de malezas a los herbicidas comenzó a ser conocida en 1970, cuando se publicó el primer caso de resistencia a triazina en *Senecio vulgaris*, mientras que en las últimas décadas se han reportado varios casos más. En la actualidad, unas 185 especies, con 321 biotipos resistentes, distribuidas en 111 dicotiledóneas y 74 monocotiledóneas, presentan resistencia a nivel mundial. En 1974 se introdujo en el mercado el ingrediente activo del glifosato, y 22 años después, en 1996, se informó el primer caso de resistencia a glifosato en *Lolium rigidum* (Heap, 2017).

Desde la introducción comercial del glifosato, en 37 especies de malezas se han detectado biotipos resistentes (Heap, 2017). De las cuales, en México se han reportado solamente dos, *Leptochloa virgata* L. (Pérez-López *et al.*, 2014) y *Bidens pilosa* (Alcántara de la Cruz *et al.*, 2016).

El glifosato actúa como herbicida post-emergente de amplio espectro, no selectivo y seguro desde el punto de vista ambiental. Es un herbicida inhibidor de la síntesis de aminoácidos en plantas, bacterias, algas, hongos y parásitos, a través de la inhibición de la enzima EPSPS (5-enolpiruvil shikimato 3- fosfato sintetasa). La EPSPS es codificada por el núcleo celular y transportada al cloroplasto a través de un péptido de transporte, y es en el cloroplasto donde participa de la ruta metabólica del ácido shikímico. En esta vía se emplea un 20% del carbono fijado durante la fotosíntesis. Esta enzima está asociada a la síntesis de tres aminoácidos esenciales cromáticos: fenilalanina, tirosina y triftofano. Además, este trayecto está relacionado a la síntesis de compuestos aromáticos como ligninas, alcaloides,

flavonoides, ácidos benzoicos y hormonas vegetales, puesto que los aminoácidos sintetizados son precursores de estos compuestos secundarios (Duke y Powles, 2008).

Las poblaciones de malezas se adaptan a la selección intensa ejercida por los herbicidas, cuestión que dificulta un control adecuado. Para que el desarrollo de la resistencia pueda prosperar es indispensable la variabilidad genética dentro de la población de interés. Como sabemos, la diversidad genética es el material o sustrato sobre el cual tienen lugar las mutaciones. La probabilidad de que la población adquiera resistencia dependerá de la frecuencia de mutación, de las ventajas selectivas de los alelos o genes que confieren resistencia y del tamaño de la población (De La Vega, 2013).

Aspectos de germinación de semillas de malezas

Uno de los principales aspectos a considerar cuando se trabaja con semillas de malezas es verificar que estas no estén en latencia, dicho concepto se refiere a la incapacidad de la semilla de germinar, debido a factores internos innatos de la especie y/o factores externos como el ambiente. La habilidad de desplegar una germinación discontinua es una característica bien conocida de muchas (pero no de todas) especies de malezas. Emergencias de plántulas de forma episódica de un banco persistente de propágulos es una característica de la historia de vida que puede conferir una ventaja reproductiva en hábitats impredecibles para así maximizar la posibilidad de fructificar de plantas adultas (Labrada *et al.*, 1996).

La posesión de los mecanismos de latencia por las semillas confiere dos oportunidades ecológicas importantes a las especies de malezas. La primera es la habilidad de resistir periodos de condiciones adversas y la segunda es la sincronización de estadios resistentes y no-resistentes con apropiadas condiciones ambientales para maximizar la probabilidad de establecimiento de las plántulas. Estratégicamente, la latencia puede ser predictiva o respondida. La latencia predictiva de las semillas en las malezas está generalmente referida a la latencia innata (Harper 1959) y refleja la adaptación a ambientes estacionales esperados, o sea semillas que entran adelantadamente en latencia en condiciones adversas. Por el contrario, la latencia respondida de las semillas (forzada o inducida) refleja una respuesta a las condiciones adversas e inevitablemente propicia bancos de semillas persistentes, opuestos a los transitorios (Grime 1989).

De estar presente, la latencia innata es la condición de la semilla al momento de su dispersión a partir de la planta madre. Los mecanismos que confieren latencia innata en las especies de malezas son extremadamente variables, ellos pueden ser mecánicos (coberturas duras de las semillas), química (liberación de inhibidores de la germinación) o que involucran procesos bioquímicos internos. En climas estacionarios, el cambio de la temperatura puede actuar como indicación del término de la latencia en los lotes de semillas frescas. Las especies que germinan en otoño pueden reaccionar a las altas temperaturas del verano, mientras que en las especies que germinan en primavera, la latencia se rompe por la gradual elevación de las temperaturas del suelo en primavera. Los requisitos de "post-maduración" son comunes en muchas malezas y muchas veces abarcan regímenes térmicos precisos en el orden cualitativo y cuantitativo que se deben experimentar antes de la germinación (Labrada *et al.*, 1996).

Las semillas que se hallan en latencia forzada son aquellas que no germinan por la ausencia de condiciones ambientales apropiadas. Este estado de latencia difiere de aquél de la latencia inducida, en la cual la consecuencia de exposición a los estímulos induce latencia que puede sólo romperse por la recepción de un segundo grupo de estímulos (Harper *et al.*, 1970).

Por otro lado otros aspectos a considerar una vez que se supera la latencia en la semilla son parámetros relacionados a trabajar con plántulas normales y sanas, por lo que el manejo que se dé a la semilla, en especies aun sin mucho estudio, como las de la maleza, tendrá que ver con el deterioro que se presente en la semilla, por lo que se puede ver afectado el vigor de las semillas y eventualmente la viabilidad, como resultado de una alta tasa de deterioro de semillas en condiciones cálidas y húmedas, dicho manejo también puede afectar la latencia y/o longevidad de la semilla. La tasa de deterioro de semillas está determinada por un número de factores entre ellos los fisiológicos. El vigor de las semillas es afectado tempranamente en el proceso de deterioro. Puede ser descrito como la habilidad de la semilla para germinar rápidamente y desarrollar una plántula en una amplia gama de ambientes. Una semilla vigorosa es entonces una que no ha sufrido deterioro significativo. Deterioro significa la pérdida de algunas de las funciones fisiológicas claves, lo cual finalmente conduce a la pérdida de atributos esenciales para la calidad de las semillas como el vigor y la capacidad germinativa (Labrada *et al.*, 1996).

4 - Procedimiento Experimental

El presente proyecto se llevara a cabo en tres etapas

Primera etapa. Colecta de plantas y semillas de malezas asociadas al cultivo de algodón GM

Se realizan recorridos de campo en el cultivo de algodón GM, en la región productora de San Pedro de las Colonias.

Coahuila, durante las diferentes etapas del proceso productivo del cultivo con la finalidad de detectar, coleccionar e identificar plantas de las principales malezas que afectan en la región y que se encuentran en constante presión de selección por aplicaciones de glifosato; a su vez, se realizarán los recorridos para identificar y coleccionar la presencia de semilla botánica madura en las plantas de las malezas asociadas al cultivo.

En el caso de las muestras de plantas, estas se coleccionaran con una prensa botánica, se dejaran secar con cartón corrugado y papel periódico, para su posterior montaje e identificación a nivel de especie; mientras que para las muestras de semilla estas se identificarán y se realizará la limpieza y en su caso escarificación para eliminar impurezas (restos vegetales, hoja, tallos, restos de fruto o pericarpio, tierra, piedras, entre otros) y se realizará la selección de semilla sana, libre de patógenos y plagas.

Segunda etapa. Establecimiento de ensayos pre-germinativos en semilla de malezas presuntamente tolerantes y/o resistentes a herbicidas.

Una vez que la semilla se tenga limpia, se procederá a realizar una revisión exhaustiva sobre los requerimientos pre-germinativos de las especies de las malezas con las que se cuenta y recabar la información indispensable relacionada a la semilla de las especies a trabajar, entre esta revisión se considerará tratamientos pre-germinativos, específicos a cada familia y/o especie de maleza

De cada especie y muestra de semillas que se tenga se hará un contero de 100 semillas, se pesaran, y evaluaran de acuerdo a las normas oficiales que rigen el análisis de semillas (pruebas de viabilidad, germinación, sanidad, entre otras) afines a las familias de las malezas que se tengan presentes, posteriormente se realizara una caracterización morfológica, con caracteres de semilla, como color, forma, estructuras de dispersión, entre otros. Posteriormente se establecerán los ensayos correspondientes a tratamientos pre-germinativos, específicos a cada especie; en este último caso se consideraran variables como porcentaje de germinación, peso fresco y peso seco y biomasa acumulada.

Diseño experimental y análisis estadísticos, se establecerá un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones, y se realizara un análisis de varianza, para el caso de los caracteres morfológicos de la semilla con los componentes de varianza se realizará un análisis repetibilidad (r), con la finalidad de realizar una selección de variables de importancia en caracteres a nivel semilla y discriminar variables que sean poco informativas para futuros trabajos, tomando como criterio aceptar los caracteres con $r \geq 3.0$ (Goodman y Paterniani, 1969). Con un biplot, se pretende definir las características de las malezas y su relación entre ellas, con respecto a las variables evaluadas en el estudio de germinación.

Tercera etapa. Establecimiento de bioensayos en maleza presuntamente tolerantes y/o resistentes a herbicidas.

Para el caso del estudio de la detección de tolerancia y/o resistencia a glifosato, se someterán para el establecimiento de bioensayos las semillas de las especies de las cuales en la segunda etapa no presenten algún tipo de latencia, sean viables y con un potencial germinativo superior al 90%.

Se abrirá una ventana biológica para cada especie, por lo que se realizan pruebas a nivel semilla, plántulas de tres y quince días posteriores a la germinación, una vez establecido el rango de la ventana biológica del herbicida en cada especie de maleza, se procederá a realizar los bioensayos correspondientes al efecto del glifosato, en los cuales se evaluará la dosis y el porcentaje de mortandad de las plantas.

El análisis estadístico, se llevará a cabo por medio de un diseño estadístico completamente al azar; en la evaluación de los datos de mortalidad se empleará un análisis Probit por medio del software SAS (PROC PROBIT) (SAS Institute, 2002) para estimar el valor de la DL50, con la fórmula de Abbott (1925) se realizará la corrección observada en el testigo. De igual forma los datos se someterán a un análisis de varianza, en el caso de registrarse diferencias significativas se procederá a realizar una prueba de separación de medias (Tukey $p \leq 0.05$).

Cronograma de Actividades para el 2018

Actividad por realizar	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Recorridos de campo para identificación de maleza y colecta de semilla		X		X	X	X	X		X	X	X	
Inicio pruebas de germinación de semillas		X	X	X	X							
Establecimiento de ventana biológica y bioensayos con glifosato				X	X	X						
Análisis estadístico					X	X	X					
Revisión de literatura y conformación de tesis							X	X	X	X		
Entrega y revisión de borradores de tesis											X	

Asistencia a el congreso de la maleza												X	
Redacción de artículos científicos									X	X	X	X	X
Examen profesional													X

Cronograma de distribución de presupuesto para el 2018

Actividad por realizar	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Salidas de campo para identificación de maleza y colecta de semilla a San Pedro de las Colonias		X		X	X	X	X		X	X	X	
Adquisición de material y reactivos para el establecimiento de pruebas de germinación de semillas y bioensayos con glifosato		X	X									
Asistencia al Congreso de la maleza										X	X	
Impresión y empastado de tesis											X	X
Pago de derecho de exámenes profesionales												X

Duración total del proyecto

Año de Inicio	2018	Año estimado de conclusión	2019
---------------	------	----------------------------	------

5 -Productos Esperados

- Dos tesis de licenciatura
- Dos artículos científicos
- Base de datos de germinación de semillas y fenología de malezas para un capítulo de libro
- Dos ponencias en el Congreso Nacional de la Maleza

6 -Literatura Citada

Alcántara-De la Cruz, R., Fernández-Moreno, P. T., Ozuna, C., Rojano-Delgado, A. M., Cruz-Hipolito, H. E., Dominguez-Valenzuela, J. A., Barro, F., De Prado, R. 2016 Target and Non-Target Site Mechanisms Developed by Glyphosate-Resistant Hairy beggarticks (*Bidens pilosa* L.) Populations from Mexico. *Frontiers in Plant Science* 7: 1492.

De La Vega, M. 2013 Resistencia de malezas a herbicidas. *Revista Especial Maleza Apresid*. Sin Vol. 30-31.

Duke, S. O., Powles, S. B. 2008. Mini-review glyphosate: a once-in-a-century herbicide. *Pest Management Science* 64: 319-325.

Labrada, R., Caseley, J. C., Parker, C. 1996. Manejo de Malezas para Países en Desarrollo. Estudio FAO Producción y Protección Vegetal 120. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma, Italia.

Grime, J. P. 1989. Seed banks in ecological perspective. En: M.A. Leck, V.T. Parker and R.L. Simpson (Eds.) *Ecology of Soil Seed Banks* pp xv-xxii. Academic Press.

Harper, J. L. 1959. The ecological significance of dormancy and its importance in weed control. *Proceedings, 4th International Conference Crop Protection* pp 415-520.

Harper, J. L., Lovell, P.H., Moore, K.G. 1970. The shapes and sizes of seeds. *Annual Reviews of Ecology and Systematics* 1: 327-356.

Heap, I. 2017. The International Survey of Herbicide Resistant. Consultado el 30 de noviembre del 2017 de: www.weedscience.org

Matzrafi, M., Seiwert, B., Reemtsma, T., Rubin, B. 2016. Climate change increases the risk of herbicide-resistant weeds due to enhanced detoxification. *Journal of Plant Biology* 244 no 6 pp. 1217-1227.

Maxwell, B. D., Mortimer, A. M. 1994. Selection for Herbicide Resistance. Pp 1-25. In: Powles, S. B. and Holtum, J. A. M. *Herbicide Resistance in Plants. Biology and Biochemistry*. Lewis Publishers.

Palau, H.; Senesi, S.; Moggi, L.; Ordoñez, I. 2015. Impacto económico, macro y micro, de malezas resistentes en el agro argentino. FAUBA-ADAMA.

Papa, J. C. 2008. Control de malezas en soja tolerante a glifosato. Algunos aspectos a considerar. INTA- Estación Experimental Agropecuaria. *Rafaela* 1(12): 139-143.

Pérez-López, M., González-Torralva, F., Cruz-Hipolito, H., Santos, F., Dominguez-Valenzuela, J. A., De Prado, R. 2014. Characterization of Glyphosate-Resistant Tropical Sprangletop (*Leptochloa virgata*) and its alternative chemical control in Persian Lime Orchards in Mexico. *Weed Science* 62: 441-450.

Plácido, H., González-Torralva, F., Martins, A., Paiola, A., Menéndez, J., De Prado, R. 2013. Resistencia a glifosato en biotipos de *Chloris polydactyla* (L.) SW. Recolectados en Brasil. *Revista Agropecuaria y Forestal APF* 2(1): 19-22.

Ross, M. A., Lembi, C. A. 1999. Herbicide resistance. Pp 144-146. In: *Applied Weed Science*. Prentice Hall Upper Saddle River, New Jersey.

Torres-García, J. R., Tafoya, R. A., Morales, C., Triessen, F. A. 2017. Mecanismos de resistencia a herbicidas inhibidores de la ACCasa en poblaciones de *Avena fatua* L. en el Bajío. Pp 18-19. In: Hernández, R. S., López, H. J. (Eds) *Memoria XXXVIII Congreso Mexicano de la Ciencia de la Maleza*.

Vázquez-García, J. G., Palma-Bautista, C., Ortiz-Guierrez, A. T., Najera-Zambrano, R., Dominguez-Valenzuela, J. A. 2017. Tolerancia y resistencia a glifosato y paraquat de malezas en cítricos. Pp 139-140. In: Hernández, R. S., López, H. J. (Eds) *Memoria XXXVIII Congreso Mexicano de la Ciencia de la Maleza*.

Villalba, A. 2009. Resistencia a herbicidas. Glifosato. *SciELO. Ciencia, docencia y tecnología*, versión On-line ISSN 1851-1716. 169-186 p.