

EFFECTIVIDAD DE LOS ADITIVOS PARA INCREMENTAR EL CONTROL DE MALEZAS CON ATRAZINA EN MAÍZ (*Zea mays* L.)

Roni Muñoz*
Abelino Pitty*

ABSTRACT

Broadleaf-weed control with atrazine at 1.75 kg ai/ha with five additives applied at 0.25 and 0.50% (volume/volume) was evaluated. Atrazine efficacy was improved similarly by Citowett, Adherente 810, Spreader Sticker and Adsee 775. The lower (0.25%) additive rate was as effective as the higher additive rate (0.50%). Once the efficacy of the additives with postemergent atrazine was demonstrated, field experiments were conducted to evaluate atrazine activity at different rates. Atrazine was evaluated at 1.75, 1.25 and 0.75 kg ai/ha with Spraytex, Spreader Sticker and Vegetoil. The additives significantly increased broadleaf weed control. Atrazine applied at 0.75 kg ai/ha was the least effective and no differences were found between 1.25 and 1.75 kg ai/ha.

RESUMEN

Se evaluó la eficacia de la atrazina a 1.75 kg ai/ha en post-emergencia con cinco aditivos a 0.25 y 0.50% (volumen/volumen) para controlar malezas de hoja ancha en maíz. La atrazina con aditivos fue más eficaz que atrazina sin aditivo. El control de malezas con atrazina más Citowett, Adherente 810, Spreader Sticker o Adsee 775 fue igual. Todos los aditivos a 0.25% (v/v) fueron tan eficaces como a 0.50% (v/v). Al comprobarse que los aditivos incrementaron la eficacia de atrazina en postemergencia, se procedió a investigar hasta cuánto se podía disminuir la dosis de atrazina sin detrimento en el control de malezas. Se evaluó la eficacia de atrazina a 1.75, 1.25 y 0.75 kg ai/ha con los aditivos Spraytex, Spreader Sticker y Vegetoil. Los aditivos nuevamente incrementaron el control de malezas comparado con atrazina sin aditivo. La dosis de atrazina a 0.75 kg ai/ha fue la menos eficaz. No hubo diferencia sobre la efectividad de control de malezas entre 1.25 y 1.75 kg ai/ha de atrazina.

INTRODUCCION

Por muchos años los herbicidas preemergentes fueron los más utilizados para el control de malezas en maíz. Sin embargo, su continua aplicación en el suelo ha tenido efectos colaterales en el ambiente. La contaminación de las aguas subterráneas es de la mayor preocupación en la protección del ambiente (Monsanto 1991). Existe la tendencia a desarrollar y utilizar más herbicidas postemergentes por tener la ventaja de que la aplicación se hace según la especie y la presión de malezas existente en el cultivo. En cambio, los herbicidas preemergentes se aplican antes de conocer exactamente la presión y el tipo de malezas.

La desventaja de los herbicidas postemergentes es que los afectan las condiciones ambientales predominantes antes, durante o después de su aplicación. La temperatura, humedad relativa, luz y el viento reducen su período de contacto con la hoja y la consecuente absorción del herbicida por la planta. El estrés hídrico, la luminosidad y la temperatura afectan el crecimiento de las plantas y modifican la cera epicuticular que se forma sobre las hojas y que disminuye la retención, penetración y efectividad de los herbicidas postemergentes (Pitty 1988). Además, la lluvia puede lavar los herbicidas de las hojas y reducir su efectividad. Las características anatómicas de las malezas también pueden reducir la eficiencia del control con el herbicida; las hojas pueden presentar vellosidades y poca cantidad de estomas que pueden disminuir la eficacia de los herbicidas postemergentes (Hull *et al.* 1982).

La efectividad de los herbicidas postemergentes se puede aumentar con el uso de aditivos, ya que éstos mejoran la retención y penetración del herbicida (Pitty 1988). Su uso también puede ayudar a disminuir la dosis de un herbicida requerida para controlar una maleza, dado que aumenta su efectividad. La disminución en la dosis de un herbicida es recomendable, porque el aditivo usado, generalmente, es menos dañino al ambiente y más barato.

Aunque todavía no se conoce con exactitud como trabajan los aditivos, se sabe que actúan cambiando las propiedades químicas y físicas de la solución del herbicida y la superficie de la hoja. Algunos incrementan la actividad del herbicida al mejorar sus características humectante, penetrante, adherente y dispersante (Doran y Andersen 1975, Hull *et al.* 1982). Otros aditivos pueden disolver la cera epicuticular y facilitar la penetración del herbicida (Kuzych y Meggitt 1983; McWhorter y Barrentine 1988).

Atrazina (6-cloro-N-etil-N'-(1-metiletil)-1,3,5-triazina-2,4-diamina), es uno de los herbicidas más usados en nuestro medio. Generalmente su forma de aplicación es pre-emergente; sin embargo, se puede aplicar en post-emergencia y obtener un control efectivo de malezas.

Los objetivos del estudio fueron: (1) Evaluar la efectividad de los aditivos comunes en el mercado local sobre el control postemergente de malezas de hoja ancha en maíz utilizando atrazina, (2) determinar los aditivos más efectivos y económicos, y (3) establecer la factibilidad de reducir la dosis de atrazina usando aditivo sin disminuir el control de malezas de hoja ancha en maíz.

Recibido: 12/11/91. Aprobado: 04/03/92

*Escuela Agrícola Panamericana. Departamento de Protección Vegetal. Apartado Postal 93. Tegucigalpa, Honduras.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó entre junio de 1988 y diciembre de 1989 en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, departamento de Francisco Morazán, Honduras.

Primera fase: (Junio y diciembre de 1988). Se aplicó atrazina a 1.75 kg ia/ha con una aspersora de espalda presurizada por CO₂ a 250 l/ha; el aguillón era de dos metros de cobertura con cuatro boquillas de abanico plano tipo LF 3 80. Se utilizaron los aditivos Citowett, Adsee 775, Adherente 810, Spraytex y Spreader Sticker en dosis de 0.25% y 0.50% (v/v). Debido a que estos productos no tienen un nombre común, se usará el nombre comercial al referirnos a ellos, según nombres químicos y propiedades del Cuadro 1. Se incluyeron dos testigos entre los tratamientos: uno sin aplicación de atrazina y otro aplicado con atrazina sin aditivo. El herbicida se aplicó dos semanas después de la siembra del maíz (híbrido H-27), cuando las malezas tenían entre 4 y 8 cm de altura (2-4 hojas verdaderas). No se aplicó ningún herbicida para el control de malezas gramíneas.

CUADRO 1. Propiedades y nombres químicos de siete aditivos.

ADITIVO		PROPIEDADES
NOMBRE COMERCIAL	NOMBRE QUIMICO	
Citowett	Alquilarilpoliglicol eter 50%	Humectante, adherente y dispersante
Adherente 810	Nonilfenolpoliglicol eter 35%	Humectante, adherente, penetrante y emulsificante
Spraytex	Acete parafínico 98.8%	Penetrante y adherente
Spreader Sticker	Alquilaril polioxietileno glicol	Humectante, adherente y dispersante
Adsee 775	Resina sintética etoxilada 58%, esteres grasos polietoxilados 11%, alquilaril poli-eter alcohol 16% y fenil metano 15%	Penetrante, adherente y dispersante
Vegetoil	Acete vegetal 93%	Adherente, humectante
Triton CS-500	Alkil-aril-polietoxilato y sales sódicas de eter alkil	Emulsificante

La primera evaluación se hizo a las dos semanas después de la aplicación (SDA) del herbicida y la segunda, cuatro SDA. El porcentaje de control de malezas se determinó en forma visual, con valores de 0%, sin control de malezas y 100% control total. El testigo, que no recibió aplicación de atrazina, sirvió como patrón de referencia para establecer el porcentaje de control de los otros tratamientos (Frans y Talbert 1977). El porcentaje de control fue el promedio de la estimación visual hecha por dos evaluadores. La especie evaluada fue *Tithonia tubaeformis* (Jacq) Cass., ya que era la más abundante y con una distribución uniforme. Esta maleza se considera una de las más importantes en los cultivos anuales en el valle del Zamorano (Molina *et al.* 1971).

Un día después de la última evaluación se cosecharon todos los lotes para facilitar la cosecha. También se evaluó la fitotoxicidad sobre el maíz en forma visual, comparando cada tratamiento con el testigo que no recibió aplicación de atrazina.

Se empleó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. El análisis estadístico se efectuó sobre los porcentajes transformados o arcoseno; sin embargo, los datos se presentan en porcentajes. Para establecer diferencias entre los tratamientos se utilizó la diferencia mínima significativa. Los lotes eran de 3.6 por 8.0 m; el área usada para determinar el rendimiento del maíz fue de 1.8 por 6.0 m correspondiente a los dos surcos centrales.

Segunda fase: (Junio y diciembre de 1989). Se aplicó atrazina en el maíz híbrido H-27 a dosis de 1.75, 1.25 y 0.75 kg ia/ha en condiciones idénticas a las del experimento anterior, excepto que se emplearon boquillas de abanico plano Teejet 8002. Cada dosis de atrazina se aplicó sin aditivo y con los aditivos Spraytex, Spreader Sticker y Vegetoil (Cuadro 1). Los aditivos se usaron a 0.25% de la mezcla final.

Se efectuaron dos evaluaciones: una y tres SDA del herbicida en los dos surcos centrales de cada lote. Las evaluaciones se basaron en el porcentaje de control de la maleza dominante en el experimento (*T. tubaeformis*). El sistema de evaluación fue el mismo de la primera fase.

Se usó el diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La separación entre aditivos y dosis se hizo con la prueba de Duncan. Los lotes eran de 3.6 m de ancho por 10 m de largo.

RESULTADOS Y DISCUSION

Primera fase: Dos SDA del herbicida, todos los aditivos en sus dos dosis habían aumentado ($P < 0.01$) el control de malezas, comparados con el tratamiento que recibió atrazina sin aditivo. El control con aditivos, varió de 83 hasta 100%, mientras que sin ellos el porcentaje de control fue de 57% (Cuadro 2). El aumento del control de malezas con Citowett, Adherente 810, Spreader Sticker y Adsee 775 fue igual; sin embargo, Spraytex con la dosis 0.50% fue el menos efectivo de todos los aditivos. No hubo diferencia en el porcentaje de control entre las dos dosis de aditivos; la dosis de 0.25% fue tan efectiva como la de 0.50%.

Cuatro SDA de atrazina, todos los aditivos en sus dos dosis habían aumentado el control de malezas respecto al testigo ($P < 0.01$). El control de malezas fue entre 36 o 47% superior al del testigo de atrazina sin aditivo, donde solamente se controló un 53% de las malezas (Cuadro 2). No hubo diferencia entre las dos dosis usadas, ni entre los aditivos.

Todos los aditivos usados son adherentes que ayudan al herbicida a permanecer en las hojas aún después de una lluvia. Tres horas después de la aplicación del herbicida cayeron 10.3 mm de lluvia; en los cinco días siguientes se registraron 5.2, 1.3, 12.5, 2.7 y 1.1 mm de lluvia, respectivamente. Esta lluvia pudo haber lavado el herbicida de las hojas cuando se aplicó la atrazina sin aditivo. La atrazina

aplicada con los aditivos debió permanecer en las hojas, aumentando la absorción del herbicida y, consecuentemente, el control de malezas. La atrazina aplicada al suelo es efectiva para el control de *T. tubaeformis*. Sin embargo, la atrazina lavada de las hojas, al llegar al suelo no contribuyó al control de malezas, posiblemente debido a la adsorción del herbicida por los coloides del suelo o porque las raíces de las malezas estaban más profundas que el área donde llegó el herbicida; otra posible razón es que la maleza estaba tan grande que la cantidad de herbicida que llegó a las raíces no le causó daño.

Las hojas de *T. tubaeformis* son vellosas, lo cual dificulta el contacto de los herbicidas con la hoja, reduciendo la efectividad de la atrazina. Se acepta que los aditivos, al reducir la tensión superficial de la mezcla del herbicida, aumentan el área de contacto con la hoja, incrementando la penetración del herbicida y el control de malezas.

Spraytex fue el que menos aumentó el control de malezas; ésto se debió posiblemente a la falta de un emulsificante, que no estaba disponible. La compañía fabricante de este producto recomienda añadir 1-2% de un emulsificante.

El rendimiento del maíz fue similar en las parcelas que recibieron atrazina y en el testigo, que no tuvo aplicación del herbicida (Cuadro 2). Tampoco hubo diferencia entre los tratamientos aplicados con los diferentes aditivos o entre los tratamientos con y sin aditivo. A pesar de que hubo diferencia en el porcentaje de control de malezas, no se afectó el rendimiento. Esto se debe a que en el experimento no se usaron herbicidas para controlar malezas gramíneas y ciperáceas; todos los lotes resultaron con una alta población de gramíneas y coyotillo (*Cyperus rotundus* L.). Después de la última evaluación se chapearon todos los lotes, pero no fue posible evitar el efecto de competencia. Esta competencia probablemente enmascaró los resultados iniciales de los tratamientos.

CUADRO 2. Efecto de cinco aditivos en dos dosis sobre el control de *T. tubaeformis* con atrazina postemergente en maíz.

TRATAMIENTO	DOSIS (v/v)	CONTROL DE MALEZA		RENDIMIENTO
		2 SDA	4 SDA	
		---	---	---tm/ha---
Citowett	0.25	99	99	3.69
	0.50	96	98	2.53
Adherente 810	0.25	99	97	3.16
	0.50	98	100	3.74
Spraytex	0.25	87	92	2.89
	0.50	83	89	3.16
Spreader Sticker	0.25	100	100	3.23
	0.50	93	91	2.97
Adsee 775	0.25	92	91	3.48
	0.50	96	92	2.56
Testigo sin aditivo	----	57	53	3.69
Testigo sin herbicida	----	0	0	2.15
DMS 0.01		14.7	15.0	ns

v/v = Dosis basada en volumen/volumen
SDA = Semanas después de la aplicación
DMS = Diferencia mínima significativa
ns = No fue significativo

Una vez que se determinó que los aditivos usados en este estudio aumentan el control de *T. tubaeformis* con atrazina postemergente, era necesario determinar el grado en que se podía reducir la dosis de atrazina al usar aditivos, sin disminuir el control de malezas. El uso de atrazina con aditivos, es beneficioso ya que se bajan los costos, se disminuye el riesgo de causar fitotoxicidad al frijol por residualidad de atrazina en el suelo, cuando este cultivo se siembra en rotación con el maíz, y se disminuye el daño al ambiente.

Segunda fase: En las evaluaciones efectuadas a una y tres SDA hubo diferencia significativa ($P < 0.01$) entre los aditivos y las dosis de atrazina, pero no se encontró interacción de dosis por aditivo (Cuadros 3 y 4). Los tres aditivos aumentaron el control de *T. tubaeformis* con atrazina comparado con el testigo que no recibió aditivos. El control de malezas obtenido con atrazina más Spraytex, Spreader Sticker y Vegetoil, fue similar en ambas evaluaciones. Debido a este resultado, conviene usar el aditivo más barato que exista en determinada localidad.

La dosis de atrazina de 0.75 kg ia/ha fue menos eficaz ($P < 0.05$) para el control de malezas, comparada con las dosis de 1.25 y 1.75 kg ia/ha, entre las cuales no hubo diferencia; sin embargo, hubo tendencia a un mayor control con la dosis de 1.75 kg ia/ha. La dosis más eficaz y más barata es la de 1.25 kg ia/ha con la cual se puede recomendar el uso de alguno de los tres aditivos probados en este experimento, para el control de *T. tubaeformis*. □

CUADRO 3. Efecto de tres aditivos y tres dosis de atrazina sobre el control de *Tithonia tubaeformis* en maíz, El Zamorano, Honduras (1989).

TRATAMIENTOS	SEMANAS DESPUES DE LA APLICACION	
	1	3
	-----% de Control-----	
2 Aditivos		
Sin aditivo (testigo)	79 a ³	77 a
Spraytex	88 b	87 b
Spreader sticker	89 b	89 b
Vegetoil	92 b	92 b
- Dosis atrazina (kg ia/ha) ²		
1.75	94 a	96 a
1.25	89 a	89 a
0.75	77 b	74 b

1 Promedio de los aditivos a través de todas las dosis de atrazina.
2 Promedio de las dosis de atrazina a través de todos los aditivos.
3 Los promedios de una columna, seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Duncan ($P < 0.05$).

CUADRO 4. Efecto de tres dosis de atrazina en postemergencia y tres aditivos sobre el control de *Tithonia tubaeformis*.

TRATAMIENTO	ATRAZINA	SEMANAS DESPUES DE LA APLIC.	
		1	3
		---	---
		--- kg ia/a ---	-----% de Control-----
Sin aditivo	1.75	89	86
	1.75	96	99
	1.75	96	100
	1.75	95	100
Sin aditivo	1.25	82	83
	1.25	90	88
	1.25	90	92
	1.25	96	93
Sin aditivo	0.75	65	62
	0.75	79	75
	0.75	82	77
	0.75	84	83

CONCLUSIONES

- La eficacia de atrazina en postemergencia se incrementa con el uso de aditivos.
- Los aditivos aplicados a 0.25% (v/v) son igualmente eficaces que a 0.50% con atrazina.
- Cuando se utiliza atrazina en postemergencia con aditivos, se puede reducir la dosis de 1.75 a 1.25 kg la/ha, sin disminuir el control de malezas. Con la dosis de 0.75 kg la/ha se reduce significativamente el control de malezas.

LITERATURA CITADA

- DORAN, D.L.; ANDERSEN, R.N. 1975. Effects of simulated rainfall on bentazon activity. *Weed Science*. 23:105-109
- FRANS, R.; TALBERT, R. 1977. Design of field experiments and the measurement and analysis of plant responses. En B. Truelove (ed.) *Research methods in weed science*. 2nd ed. Southern Weed Science Society of America, Auburn Printing Inc., Auburn p 15-23.

- HULL, H.M.; DAVIS, D.G.; STOLZENBERG, G.E. 1982. Action of adjuvants on plant surfaces. En R. H. Hodgson y F. Maryland (eds.) *Adjuvants for herbicides*. Weed Sci. Soc. of Am. Champaign, Illinois p. 26-67.
- KUZYCH, I.J.; MEGGITT, W.F. 1983. Alterations of epicuticular wax structures induced by surfactants. *Proc. North Central Weed Contr. Conf.* 38:38.
- MCWHORTER, C.G.; BARRENTINE, W.L. 1988. Spread of paraffinic oil on surfaces of Johnsongrass (*Sorghum halepense*). *Weed Science* 36:111-117.
- MOLINA, A.R.; MUÑOZ, V.A. 1971. Malezas Principales del Departamento de Francisco Morazán, Honduras. El Zamorano, Honduras, Departamento Información Agrícola, Desarrollo Rural, Escuela Agrícola Panamericana, Bol. 41, 25 p.
- MONSANTO CHEMICAL COMPANY. 1991. *Crop Chemical Product Labels*. p. 70-94.
- PITTY, A. 1988. Effect of environmental conditions on velvetleaf and giant foxtail epicuticular wax quantity and the relationship to herbicide penetration. *Dissertation*. Iowa State University. 140 p.
- _____; MUÑOZ, R. 1989. Aumento del control de malezas en postemergencia, usando aditivos. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. Publicación MIPH-EAP 198.

CENTRO REGIONAL DE INFORMACION EN FITOPROTECCION

Naturaleza y Objetivos

- Orienta su acción a personas e instituciones del sector público y privado con énfasis en América Latina y el Caribe.
- Desarrolla y suministra servicios de información en áreas selectas de la Fitoprotección.
- Experimenta, desarrolla y transfiere, aplicaciones de tecnología moderna de información.
- Canaliza recursos de información de organismos y fuentes internacionales a los usuarios de la región.
- Contribuye a fortalecer las acciones de capacitación y transferencia de tecnología e información en la región.
- Apoya las actividades de los **extensionistas, productores, investigadores, profesores, estudiantes, administradores, consultores, planificadores y funcionarios responsables** de la toma de decisiones.

La infraestructura y experiencia en servicios de información le permiten servir como contraparte a **instituciones nacionales, empresas, asociaciones, organismos internacionales y agencias donantes** para diseñar, crear, fortalecer o implementar iniciativas de servicios especializados de información a nivel de país o de alcance internacional.