

Tensocer-01 como coadyuvante en la aplicación de herbicidas, en caña de azúcar

Adriel García-Carrera¹, Rafael Zuaznábar-Zuaznábar^{1*}, Rigoberto Martínez-Ramírez¹, Sara Mendoza-Ferrer², Adolfo Brown-Gómez²

1. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA)
Carretera al CAI Martínez Prieto, Km 1½, Boyeros. La Habana, Cuba
 2. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
Vía Blanca, No. 804 y Carretera Central, San Miguel del Padrón. La Habana, Cuba
- * rafael.zuaznabar@inica.azcuba.cu

RESUMEN

Introducción. Los productos coadyuvantes tienen un impacto en el rendimiento agrícola.

Objetivo. Evaluar el tensoactivo modificado Tensocer-01 del ICIDCA en post emergencia en comparación con Codadhex Pg 20 % importado.

Materiales y Métodos. Se estableció un experimento en la Estación Experimental de la Caña de Azúcar de Mayabeque donde se evaluó la eficacia del herbicida en 9 tratamientos.

Resultados y Discusión. Los resultados alcanzados en la evaluación del Tensocer-01 modificado como coadyuvante fueron comparados con estudios realizados por otros autores en el control de especies de malezas.

Conclusiones. El tensoactivo Tensocer-01 a 0.3 % de concentración en mezcla con Glufosinato de amonio LS 15 a concentración 1.0 % V/V alcanzó resultados similares que el tratamiento estándar comercial en la eficacia del control de las especies de malezas. Con el uso de los surfactantes o tensoactivos en aplicaciones por manchoneo o concentración V/V es posible reducir el rango de aplicación de Glufosinato de amonio en 0,5 % V/V.

Palabras clave: tensoactivo, herbicida, malezas.

ABSTRACT

Introduction. Assistant/Auxiliary products have an impact over agricultural yields.

Objective. To evaluate modified tensoactive Tensocer-01 from ICIDCA in post emerging areas comparing with imported Rodadhex Pg 20 %.

Materials and Methods. An experiment was set at Cane Experimental Station in Mayabeque Province where appraisal of its herbicide efficiency was tested in 9 experiments of different treatments over different weed species.

Results and Discussion. Results of tests of modified Tensocer-01 as assistant product were compared with results of studies done by other authors in different weed species control.

Conclusions. Tensoactive Tensocer-01 at 0.3 % concentration, mixed with ammonium Glucfosinate L S15 at 1.0 % V/V concentration shows similar results than standard comercial treatment over weed types. With use of surfactants or tensoactive by spost applications technic at post emerging, it is posible to reduce range of ammonium Glucofosinate use in 0.5 v/v.

Keywords: surfactant, herbicide, weeds.

INTRODUCCIÓN

Un coadyuvante es cualquier sustancia agregada al tanque de la pulverizadora, en forma separada de la formulación del pesticida, a fin de mejorar su rendimiento. Los surfactantes o tensoactivos son los coadyuvantes más conocidos y usados en las formulaciones de pulverización foliar, cuyo principal modo de acción consiste en reducir la tensión superficial de las gotas de la aspersión de plaguicidas. Esto permite aplanar la gota y que esta se extienda sobre un área mayor de la hoja, además pueden reducir la cantidad de rebote que una gota experimenta cuando sale de la boquilla hacia una hoja, por lo que permite un mayor éxito en el depósito.

Por la carga iónica de la parte activa de la molécula, se clasifican en: iónicos, no iónicos y ambivalentes o anfóteros. Los no iónicos son los más utilizados en aplicaciones foliares y, de este grupo, los más comúnmente utilizados en mezclas con pesticidas son los órgano-siliconados. Se recomienda su uso para productos con acción de contacto.

En el mercado existen muchos coadyuvantes de diferentes compuestos y con diferentes modos de acción, que están diseñados para realizar funciones específicas: ajuste del pH, dispersión, extensión, pegado y humectación. También pueden reducir la evaporación, la formación de espuma, la deriva de la pulverización y la volatilización; pero, ninguno solo puede realizar todas estas funciones; por ello, diferentes surfactantes compatibles pueden combinarse para realizar múltiples funciones al mismo tiempo. Por lo tanto, el uso de los tensoactivos puede ayudar no sólo a minimizar los problemas de las aplicaciones, sino también aumentar su eficacia. Debido a que se consideran como sustancias inertes en las formulaciones químicas, no existe una regulación para ellos.

En el año 2000 se comenzó la evaluación de varios coadyuvantes el AVE-ANA de Supply in Bond S.A, de Brasil, a dosis de 0.2 y 0.3 L/ha⁻¹, en mezcla con Glifosato que no resultó satisfactoria. Posteriormente, se evaluó el surfactante Agrotin a dosis de 0.25 L/ha⁻¹, en mezcla con Glufosinato de amonio LS 15 y Glifosato, con buenos resultados, al igual que los surfactantes acidificantes Regulux y AG-5, así como la urea, que acidifica el caldo de aspersión hasta lograr un pH 5, estos permitieron reducir significativamente las dosis de herbicidas, entre 20 y 30 % debido, fundamentalmente, a que pueden mejorar el rendimiento del plaguicida y modificar el patrón de rociado, gota, calidad de pulverización y tasa de movimiento del plaguicida en la planta (absorción y penetración).

Glufosinato de amonio LS 15 (ácido 2-amino-4-[hidroximetilfosfinil] butanoico o ácido [3-amino-carboxipropilo] metilfosfínico), es un herbicida de contacto, no selectivo, con muy poca persistencia en el suelo y de baja toxicidad para mamíferos (DL50 de 2000, grupo III o de ligera toxicidad) (1). Las experiencias prácticas de aplicaciones de producción ratifican la necesidad de una buena cobertura de la aspersión sobre las malezas, ya que este producto no es sistémico, sino de contacto, principalmente; que en Cuba se utilizó, en general, mezclado con el surfactante antiespumante Agrotin, a dosis de 0.25 L/ha⁻¹.

Diversos productos comerciales y, específicamente el Glifosato, ya traen de fábrica incluido algún tensoactivo (incluso los formulados en Cuba por el MINBAS). El objetivo del estudio consiste en la evaluación del tensoactivo Tensocer-01 en la eficacia de aplicaciones foliares dirigidas entre 1 y 1.5 % V/V de concentración de Glufosinato de amonio LS 15, en aplicación localizada (manchoneo) en posemergencia de las malezas, en comparación con Codadhex Pg 20 %, que se utiliza comercialmente como tensoactivo, coadyuvante y surfactante, de triple acción adherente, mojante y dispersante, en caña de azúcar, en Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la evaluación de Tensocer-01 en aplicaciones posemergentes con Glufosinato de amonio LS 15 se estableció un experimento en la Estación Experimental de la Caña de Azúcar, de Mayabeque,

donde se evaluó la eficacia del herbicida de 9 tratamientos por concentración V/V (manchoneo) y 2 surfactante, en las principales malezas establecidas en el cultivo de la caña de azúcar en Cuba. Las principales características del estudio se presentan en la tabla 1; y, seguidamente, los tratamientos evaluados en el experimento se describen en la tabla 2.

Tabla 1. Principales características del experimento

Tipo de suelo	Ferralítico rojo
Variedad de caña de azúcar	Co 997 a 80 días después de la cosecha
Medios de aplicación	Asperjadora de espalda Matabi
Técnica de aplicación	Manchoneo por concentración V/V
Producto utilizado	Glufosinato de amonio LS 15
Número de tratamientos	Nueve
Principales malezas	<i>Ipomoea trifida</i> , <i>Rottborllia cochinchinensis</i> <i>Vigna vexillata</i> y <i>Euphorbia heterophylla</i>
Área de las parcelas	48 m ²

Tabla 2. Tratamientos herbicidas evaluados en el experimento

No	Tratamientos	Dosis concentración V/V
1	Glufosinato de amonio LS 15	1.50
2	Glufosinato de amonio + Tensocer	1.1 + 0.30
3	Glufosinato de amonio + Tensocer	1.1 + 0.40
4	Glufosinato de amonio + Tensocer	1.1 + 0.50
5	Glufosinato de amonio + Tensocer	1.3 + 0.30
6	Glufosinato de amonio + Tensocer	1.3 + 0.40
7	Glufosinato de amonio + Tensocer	1.3 + 0.50
8	Glufosinato de amonio + Codadhex Pg	1.1 + 0.30
9	Glufosinato de amonio + Codadhex Pg	1.3 + 0.30

El experimento se estableció en parcelas de 48 m² (cuatro surcos de 7.5 m de largo y 1.6 m de separación), en un diseño experimental de bloques al azar, con 5 réplicas (figura 1). Las aplicaciones se realizaron con asperjadoras de espalda, Matabi, ajustadas con boquillas de cono hueco para aplicaciones por concentración V/V (manchoneo), con buena cobertura sobre las malezas presentes.

Réplica 5	6	4	1	2	7	5	8	3	9
Réplica 4	4	3	7	8	6	9	2	5	1
Réplica 3	7	2	9	1	3	8	6	4	5
Réplica 2	5	8	2	6	9	7	3	1	4
Réplica 1	1	9	3	4	5	6	7	8	2

Figura 1. Diseño experimental utilizado.

Evaluaciones realizadas durante el desarrollo del experimento:

1. Identificación de las malezas presentes.
2. La efectividad de los tratamientos herbicidas a los 15 y 30 días, después de la aplicación por el método visual, según Domínguez (2), mediante el procedimiento expuesto por Burril *et al.*,

(3). El porcentaje de control se clasificó según la escala de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM) (4), que se expone en la tabla 3.

Tabla 3. Escala de control de malezas ALAM 1974

Índice	Grado de control
0 – 40	Ninguno o pobre
41 – 60	Regular
61 – 70	Suficiente
71 – 80	Bueno
81 – 90	Muy bueno
91 - 100	Excelente

La fitotoxicidad causada al cultivo por los tratamientos herbicidas, hasta los 30 días posteriores a su aplicación, se muestra en la tabla 4; se determinó según la escala de la *European Weed Research Society* (EWRS), de 9 grados, de Johannes y Schuh (5), citados por Ciba Geigy (6).

Tabla 4. Escala ERWS de la tolerancia del cultivo

Grado	Categoría	Síntomas de fitotoxicidad en el cultivo
1	Ningún efecto	Ausencia absoluta de síntomas
2	Muy débil	Síntomas muy ligeros
3	Débil	Síntomas ligeros, pero claramente visibles
4	Regular	Síntomas más marcados (ej. Clorosis), pero que no se traducen en reducción de rendimiento
5	Mediano	Mayor clorosis, atrofia y pérdida de rendimiento
6	Daños medianamente fuertes	Mayor clorosis, atrofia y pérdida de rendimiento
7	Daño fuerte	Mayor clorosis, atrofia y pérdida de rendimiento
8	Daño muy fuerte	Mayor clorosis, atrofia y pérdida de rendimiento
9	Muerte total	Muerte total

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el paquete STATISTICA-V8, y cuando hubo diferencias significativas entre las medias, se aplicó la Prueba de rangos múltiples de Duncan, para un 95 % de probabilidad de error.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el experimento se identificaron las siguientes especies de malezas: *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) Clayton, *Vigna vexillata*, *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea trifida*, que presentaban un estado fisiológico activo, ya que se encontraban en los estadios iniciales de desarrollo (10-15 cm), con presencia de humedad en el suelo en el momento de la aplicación de los tratamientos herbicidas.

En el análisis de los resultados, a los 15 días de aplicación (tabla 5), se ratificó que el Glufosinato de amonio LS, entre 15 y 1.5 % de concentración V/V, en tratamientos de posemergencia resultó efectivo en el control de las especies de malezas *Rottboellia cochinchinensis* (Zancaraña) *Vigna vexillata* (Frijol marrullero), *Euphorbia heterophylla* (lechosa) e *Ipomoea trifida* (bejuco aguinaldo),

con altura entre 10 y 15 cm, registradas entre las malezas de mayor distribución e importancia en el cultivo de la caña de azúcar en Cuba (4).

Similares resultados se alcanzaron con el resto de los tratamientos evaluados, lo que ratifica que los tensoactivos o surfactantes son compuestos que disminuyen la tensión superficial entre dos fases, por lo que favorecen la penetración de las aplicaciones de agroquímicos en el interior de las malezas. Por otra parte, las especies *Ipomoea trifida*, *Vigna vexillata* y *Euphorbia heterophylla*, al igual que otras dicotiledóneas de hojas anchas, han incrementado significativamente su presencia y frecuencia de aparición en las plantaciones cañeras, entre otras causas, por la poca disponibilidad de herbicidas hormonales en los últimos años, por problemas financieros del país. Por lo anteriormente expuesto, este resultado se puede considerar de mucho valor, por contar con un producto cubano para el manejo de estas especies en las condiciones actuales, en que las limitaciones financieras en el sector se han agudizado, por el incremento del precio de los herbicidas y los fletes.

Según un estudio del INICA (7), es práctica habitual con Glifosato y Glufosinato de amonio, en tratamientos herbicidas de posemergencia, el ajuste del PH del caldo de aspersión a valores óptimos (PH 5), mediante la adición de ácido fosfórico, a razón de 1 mL de solución, con resultados económicos favorables. A partir del 2004, en el Taller Bayer-MINAZ (8) y en otros seminarios, el INICA recomendó las mezclas de Glifosato y Finale (Glufosinato de amonio LS 15), con los dos surfactantes acidificantes AG-5 y Regulux, por los buenos resultados en el control de malezas, que permitieron reducir las dosis de Glifosato (entre 1 y 2 L/ha⁻¹; o sea, entre 20 y 40 %) y de Finale LS 15 (entre 0.5 y 1 L/ha⁻¹, que representan entre 25 y 50 % del consumo del producto), a la vez que omitieron o reemplazaron al surfactante Agrotin y mantuvieron similar eficacia herbicida.

Tabla 5. Grado de eficacia herbicida (%) de control a los 15 días de la aplicación

Tratamientos	Dosis concentración V/V	15 días de aplicación			
		<i>Rottboellia</i>	<i>Vigna</i>	<i>Euphorbia</i>	<i>Ipomoea</i>
Glufosinato de amonio LS 15	1.50 %	100.0	100.0	100.0	100.0
Glufosinato + Tensocer	1.0 % + 0.30	100.0	100.0	100.0	100.0
Glufosinato + Tensocer	1.0 % + 0.40	100.0	100.0	100.0	100.0
Glufosinato + Tensocer	1.0 % + 0.50	100.0	100.0	100.0	100.0
Glufosinato + Tensocer	1.3 % + 0.30	100.0	100.0	100.0	100.0
Glufosinato + Tensocer	1.3 % + 0.40	100.0	100.0	100.0	100.0
Glufosinato + Tensocer	1.3 % + 0.50	100.0	100.0	100.0	100.0
Glufosinato + Codadhex Pg	1.0 % + 0.30	100.0	100.0	100.0	100.0
Glufosinato + Codadhex Pg	1.3 % + 0.30	100.0	100.0	100.0	100.0

En la evaluación realizada a los 30 días de la aplicación se mantenía un comportamiento similar al chequeo anterior, pues todos los tratamientos herbicidas evaluados fueron satisfactorios y mantenían un 100 % de control (tabla 6); sin embargo, se considera que la reducción de la concentración de Glufosinato de amonio hasta 1.0 y 1.3 % V/V se debe evaluar en el manejo de otras especies de difícil control, con énfasis en las consideradas como problema en el cultivo de la caña de azúcar en Cuba.

Tabla 6. Grado de eficacia herbicida (%) de control a los 30 días de la aplicación

Tratamientos	Dosis concentración V/V	15 días de aplicación			
		<i>Rottboellia</i>	<i>Vigna</i>	<i>Euphorbia</i>	<i>Ipomoea</i>
Glufosinato de amonio LS 15	1.50 %	100.0	100.0	100.0	100.0
Glufosinato + Tensocer	1.0 % + 0.30	100.0	100.0	100.0	100.0
Glufosinato + Tensocer	1.0 % + 0.40	100.0	100.0	100.0	100.0
Glufosinato + Tensocer	1.0 % + 0.50	96.0	95.0	100.0	100.0
Glufosinato + Tensocer	1.3 % + 0.30	100.0	100.0	100.0	100.0
Glufosinato + Tensocer	1.3 % + 0.40	100.0	100.0	100.0	100.0
Glufosinato + Tensocer	1.3 % + 0.50	100.0	100.0	100.0	100.0
Glufosinato + Codadhex Pg	1.0 % + 0.30	100.0	100.0	100.0	100.0
Glufosinato + Codadhex Pg	1.3 % + 0.30	100.0	100.0	100.0	100.0

Con relación a las aplicaciones por concentración V/V, en los numerosos ensayos en que se ha aplicado de forma dirigida (se evita mojar el follaje superior del cultivo), *Zuaznábar et al.* (9) plantearon que con la aplicación localizada y dirigida en tratamientos de precierre, con altura del cultivo superior a 60 cm Glufosinato de amonio LS 15, no causa daños fitotóxicos al cultivo y, por otra parte, los resultados de este estudio confirman que, con el uso de los surfactantes, es posible reducir el rango de aplicación entre 1.0-1.3 % V/V, ya que con esta técnica se puede incrementar el recobrado del producto aplicado, con reducción del índice de consumo, lo que contribuye a lograr una mejor relación costo/beneficio con esta tecnología, ya que los tensoactivos generalmente se utilizan a bajas concentraciones y, además, su costo unitario es inferior al de los herbicidas, aspectos muy importantes ya que, actualmente, se ha incrementado el costo de los agroquímicos a nivel mundial.

Se debe destacar que, en sentido general, los resultados de los tratamientos herbicidas con tensoactivos o surfactantes fueron satisfactorios, ya que la aplicación se realizó oportunamente, cuando las malezas se encontraban en los primeros estadios de desarrollo (10-15 cm) y con presencia de humedad en el suelo, por aplicación de riego en el área experimental y; por otra parte, las especies dicotiledóneas resultaron las más susceptibles, en sentido general, a los tratamientos herbicidas evaluados, aspecto a tener muy en cuenta por la elevada infestación de estas especies en las áreas con caña de azúcar en Cuba, donde su presencia se ha incrementado significativamente en los últimos años, por no contar el Grupo Empresarial con herbicidas hormonales (sal de amina y esteroles), en el momento oportuno.

CONCLUSIONES

1. El tensoactivo Tensocer-01 a 0.3 % de concentración en mezcla con Glufosinato de amonio LS 15 a concentración 1.0 % V/V alcanzó resultados similares que el tratamiento estándar comercial de Glufosinato de amonio LS 15 a concentración de 1.5 % V/V en la eficacia del control de las especies de malezas *Rottboellia cochinchinensis* (Zancaraña), *Vigna vexillata* (Frijol marrullero), *Euphorbia heterophylla* (Lechosa) e *Ipomoea trifida* (Bejuco aguinaldo), en los primeros estadios de desarrollo, con altura entre 10 y 15 cm, a los 15 y 30 días después de la aplicación.
2. Con el uso de los surfactantes o tensoactivos en aplicaciones por manchoneo o concentración V/V es posible reducir el rango de aplicación de Glufosinato de amonio en 0.5 % V/V, ya que con esta técnica se puede incrementar el recobrado del producto aplicado con reducción del

índice de consumo, lo que contribuye a lograr una mejor relación costo/beneficio; pues los tensoactivos, generalmente, se utilizan a bajas concentraciones y, además, su costo unitario es inferior al de los herbicidas.

RECOMENDACIONES

Validar el surfactante Tensocer-01 en la eficacia en el control de malezas, a concentración de 0.3 %, en plantaciones comerciales de caña de azúcar, en mezcla con tratamientos posemergentes de Glufosinato de amonio, en tratamientos de precierre y con Glifosato LS 48, en áreas sin caña o sembradas, sin que haya brotado el cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ahrens, W.H. *Herbicide Handbook*. 7a. ed. Weed Science Society of America, Champaign, 1994, 352 p.
2. Domínguez, J. A. *Metodologías para la evaluación de herbicidas en campo*. Dpto. de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Edo. de México, 2005. Disponible en: [https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=Metodologías para la evaluación de herbicidas en campo](https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=Metodologías+para+la+evaluación+de+herbicidas+en+campo). [Recuperado: 3 de marzo de 2020].
3. Burril, L. C., Cardenas, L., y Locatelli, E. *Manual de Campo para la Investigación en Control de Malezas*. Oregon, USA: Internacional Plant Protection Center, Oregon State University, Corvallis, 1977.
4. ALAM. Resumen del panel sobre métodos de control de malezas en Latinoamérica. En: II Congreso ALAM, 1974, 1:1-48.
5. Johannes, H. Y J. Schuh. *Das bonitierungsschema 1-9*. European Weed Research Council (EWRS). Klidintong, Oxford: Begbroke Hill, 1971.
6. CIBA-GEIGY. *Manual para ensayos de campo en protección vegetal*. 2^{da} ed. Basilea, 1981, 205 p.
7. INICA (2000). Evaluación de ácido fosfórico a un mL/L de solución en la eficacia herbicida de Glifosato LS 48 y Glufosinato de amonio LS 15 (Finale).
8. Simposio sobre resultados de aplicaciones de Glifosato LS 48 y Glufosinato de amonio LS 15 (Finale) en mezclas con surfactantes en caña de azúcar. En: Taller Bayer MINAZ: Varadero, Cuba, 2004.
9. Zuaznábar, R. Martínez, R., Rodríguez, L y Fernández, C. Estrategia para el control integral de malezas en la campaña 2022-2023. Dirección de Producción y Capacitación. Servicio de Control Integral de Malezas (SERCIM). INICA, 2022.