

EL USO DE TENSIOACTIVOS Y SU RELACIÓN CON EL PORCENTAJE DE COBERTURA

TESOURO, M. O.¹; FUICA, A. M.²; MASIÁ, G.³; VENTURELLI, L.⁴; SMITH, J.³

RESUMEN

La relación entre el porcentaje de cobertura y el uso de distintos tensioactivos fue analizada en este trabajo. Para ello se emplearon dos productos (alcohol etoxilado y nonil fenol) de la firma Rizobacter Argentina S.A., con tres concentraciones de cada uno de ellos. Las determinaciones se efectuaron utilizando un equipo spray boot provisto con una pastilla de abanico plano (8015), a 300 kPa y a una altura de 0,58 m, alcanzando un caudal de campo de 78 litros por hectárea. Como blanco de la pulverización se colocaron tarjetas hidrosensibles y hojas de soja (*Glycine max* L.). Las muestras se ubicaron en un microscopio óptico y se procedió a fotografiarlas, para luego ser digitalizadas y contabilizar, mediante el uso de un programa específico, la cantidad y el tamaño de los impactos y el grado de cobertura.

Los resultados muestran que la cobertura alcanzada con agua sin tensioactivos, es significativamente menor en hojas de soja que en las tarjetas

¹ Ing. Agr. Jefe de Área de Protección de Cultivos del Instituto de Ingeniería Rural CNIA-INTA y docente de la Cátedra de Maquinaria Agrícola FAUBA. C.C. 25 (1712) Castelar, Buenos Aires, Argentina. Telefax: 54-11-4665-0450/0495. E-mail: otesouro@cnia.inta.gov.ar.

² Lic. Matem. Área de Protección de Cultivos. Instituto de Ingeniería Rural. CNIA-INTA Castelar.

³ Ings. Agrs. Área de Protección de Cultivos. Instituto de Ingeniería Rural. CNIA-INTA Castelar.

⁴ Téc. Mecánico. Área de Protección de Cultivos. Instituto de Ingeniería Rural. INTA Castelar.

hidrosensibles, siendo inferior en ambos casos, a la obtenida con el agregado de los productos citados precedentemente. El porcentaje de cobertura se modificó en función de las concentraciones empleadas y de las distintas características de las superficies pulverizadas.

Palabras Clave: *Pulverización. Tensioactivos. Cobertura.*

SUMMARY

TENSIOACTIVS USE AND THEIR RELATION WITH COVERAGE

The relation between coverage and the use of surfactants was studied. Two products (alcohol etoxylate and nonyl phenol) of Rhizobacter Argentina S.A. were employed, on three different concentrations. The treatments were performed using a spray boot equipment, a (8015) nozzle with a pressure of 300 kPa at distance of 0,58 m with a total flow of 78 liters per hectare. The coverage over soybean (*Glycine max* L.) leaves and water sensitive paper (WSP), was measured using digitalized microscope photographs and a specific software that calculated number and drop size together with the overall coverage. The results indicate that the coverage using distilled water was significantly lower over leaves than on WSP. Coverage was modified by the type of surface and concentrations of the product. The results show that the additives increased the coverage on both WSP and leaves.

KeyWords: *Pulverization. Surfactants. Coverage.*

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Por definición, se denomina coadyuvante a aquella sustancia que al ser agregada a un pesticida, mejora su eficacia (Riverside ATH, 1998). Debido a que la utilización de estos aditivos se ha incrementado notablemente en los últimos tiempos, es importante evaluar las características físicas que estas sustancias le confieren al caldo de pulverización y las posibles variaciones que pueden presentarse en el espectro de distribución. De hecho, el rendimiento de las pastillas pulverizadoras puede ser sustancialmente modificado a causa de los coadyuvantes (Miller *et al.*,

1997). Existe un conjunto de sustancias conocidas como adherentes (sticker/spreader) que al disminuir la tensión superficial del caldo favorecen la adsorción y la expansión de las gotas sobre el blanco, incrementando la cobertura, la persistencia y la actividad biológica del principio activo pulverizado. Los análisis de imágenes efectuados sobre *Setaria faberi* y *Chenopodium album* indicaron que el control de estas malezas con herbicidas posemergentes, fue generalmente favorecido por incrementos en la cobertura (Reed *et al.*, 1990). En este aspecto, juega un rol principal la naturaleza de la superficie que constituye el blanco de la aplicación. Holloway *et al.*, 2000 evaluaron la efectividad de varios coadyuvantes sobre distintas especies vegetales y encontraron que la deposición del caldo aplicado, fue solamente favorecida en forma significativa en aquellas superficies repelentes al agua. En el mismo ensayo, los autores obtuvieron elevadas correlaciones entre la eficiencia de retención y la tensión superficial de las soluciones pulverizadas.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la incidencia de dos tensioactivos en distintas concentraciones, en el grado de cobertura obtenido sobre tarjetas y hojas de soja.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los dos productos utilizados en el ensayo fueron Rizospray Convencional, el cual es un alcohol etoxilado y un nonil fenol comercializado bajo el nombre de Rizospray Alta Concentración. Las soluciones empleadas en cada caso se describen en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Productos y concentraciones ensayadas.

Rizospray Convencional		Rizospray Alta Concentración	
alcohol etoxilado(AE)		nonil fenol (NF)	
Mililitros de producto	Concentración	Mililitros de producto	Concentración
comercial en 100 litros	(%)	comercial en 100 litros	(%)
de agua		de agua	
100	0,10	25,0	0,0250
150	0,15	37,5	0,0375
200	0,20	50,0	0,0500

En todos los casos las diluciones se realizaron con agua destilada. Al testigo y a cada una de las mezclas, se les adicionó permanganato de potasio al 0,5 % más el colorante Hi Light BECKER UNDERWOOD Inc. Ames Iowa al 7,5 % v/v.

Las pulverizaciones se realizaron en un equipo spray boot, empleando una pastilla Teejet 80-015 ubicada a 0,58 m del blanco, con una presión de trabajo de 300 kPa y a una velocidad de avance de 4,5 km h⁻¹ (1,25 m s⁻¹). Bajo estas condiciones, el volumen asperjado alcanza a 78,0 L ha⁻¹.

Alineadas en el centro del abanico, perpendiculares a su trayectoria y con un ángulo de 0° con respecto a la horizontal, se ubicaron tres tarjetas de papel hidrosensible y una hoja de soja (*Glycine max* L.). Luego de realizarse la aplicación, el material mencionado constituyó una muestra. Este procedimiento fue repetido tres veces en el testigo y con cada producto, a las distintas concentraciones evaluadas.

Una vez secas, las hojas de soja fueron colocadas en un microscopio estereoscópico Cole Parmer mod. 48920, utilizando el mínimo aumento (4X) y una fuente externa de luz constituida por dos fibras ópticas, alcanzando un campo visual de 10 x 16,5 mm. En cada una de ellas se sacaron tres fotografías: dos en forma paralela a la nervadura central en el sector más ancho de la hoja y la restante perpendicular a aquella, en el extremo opuesto al pecíolo. Cada una de estas imágenes representa entonces una submuestra. Las fotografías fueron digitalizadas mediante un escáner ScanJet 3400 C HP con una resolución de 400 dpi, a partir de contactos de 50 x 70 mm, siendo luego llevadas nuevamente al tamaño original alcanzado en el microscopio. Las tarjetas obtenidas en cada repetición, que también representan submuestras, fueron digitalizadas directamente utilizando idéntica resolución.

Para determinar el espectro de distribución de tamaño de los impactos y el grado de cobertura, se empleó un programa específico para tal fin, desarrollado en el Instituto de Ingeniería Rural (CNIA INTA). Ambos análisis se efectuaron en las tarjetas, con el agua y con los dos productos ensayados en todas las concentraciones. En las hojas, en cambio, no fue posible efectuarlo con las concentraciones más altas de cada uno de ellos, debido a que las gotas se difundieron al ponerse en contacto con la superficie, perdiendo su individualidad. En estos dos casos, se evaluó solamente el porcentaje de cobertura.

Los resultados se procesaron estadísticamente mediante Análisis de Varianza. Cuando se detectaron diferencias significativas a causa de algún tratamiento, se utilizó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey con un nivel de significación del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cobertura sobre tarjetas

No se observaron diferencias significativas en la cantidad de impactos obtenidos por unidad de superficie, utilizando agua pura o distintas concentraciones de los productos ensayados (Cuadro 2).

En cambio, el espectro de tamaño de los impactos resultó sustancialmente modificado. Con el agua sin aditivos, la mayor parte de ellos no superó los 150 μm (68,83 %). Ante el agregado de los distintos coadyuvantes en las concentraciones preestablecidas, esta fracción se redujo hasta alcanzar un mínimo del 48.4 % con el NF al 0,050 % (Cuadro 3).

El incremento en la proporción de impactos de mayor tamaño alcanzado con los coadyuvantes, pudo observarse en el diámetro medio (Cuadro 4).

Cuadro 2. Resultados de la prueba de comparaciones múltiples de la cantidad de impactos cm^{-2} obtenidos con agua pura (testigo) y con los distintos productos y concentraciones sobre tarjetas. Igual letra significa ausencia de diferencias estadísticas entre tratamientos ($\alpha=0.05$)

Tratamiento	Impactos cm^{-2}	Intervalo de confianza del promedio		Grupos homogéneos
		(95%)		
		Límite inferior	Límite superior	
Testigo	653,5	576,9	730,2	a
AE 0,10 %	745,2	668,5	821,8	a
AE 0,15 %	686,1	609,4	762,8	a
AE 0,20 %	620,8	544,1	697,5	a
NF 0,0250 %	583,6	502,3	664,9	a
NF 0,0375 %	706,3	629,7	783,0	a
NF 0,0500 %	590,1	513,5	666,8	a

Cuadro 3: Resultados de la prueba de comparaciones múltiples de la fracción de impactos menores a 150 μm sobre tarjetas.

Tratamiento	Proporción de impactos menores a 150 μm	Intervalo de confianza del promedio (95%)		Grupos homogéneos			
		Límite inferior	Límite superior				
		NF 0,0500 %	48,4	45,4	51,4	a	
NF 0,0375 %	54,2	51,2	57,2	a	b		
AE 0,20 %	54,5	51,5	57,5	a	b	c	
NF 0,0250 %	54,6	51,4	57,8	a	b	c	
AE 0,15 %	57,1	54,0	60,1		b	c	
AE 0,10 %	61,0	57,9	64,0			c	
Testigo	68,8	65,8	71,9				d

Cuadro 4. Resultados de la prueba de comparaciones múltiples del tamaño medio de los impactos sobre tarjetas.

Tratamiento	Tamaño medio de los impactos (μm)	Intervalo de confianza del promedio (95%)		Grupos homogéneos			
		Límite inferior	Límite superior				
		Testigo	141.8	135.4	148.1	a	
AE 0,10 %	158.9	152.5	165.2	b			
AE 0,15 %	170.8	164.4	177.1	b	c		
NF 0,0250 %	175.7	168.9	182.4		c		
AE 0,20 %	179.1	172.7	185.4		c		
NF 0,0375 %	182.9	176.6	189.2		c	d	
NF 0,0500 %	195.1	188.7	201.4				d

Debido a la ausencia de variaciones apreciables en la cantidad de impactos por unidad de superficie y a que paralelamente el diámetro medio se incrementó a causa de los aditivos, los porcentajes de cobertura obtenidos en los distintos tratamientos difirieron significativamente (Cuadro 5).

Cuadro 5. Resultados de la prueba de comparaciones múltiples de los porcentajes de cobertura logrados sobre tarjetas.

Tratamiento	Cobertura (%)	Intervalo de confianza del promedio (95%)		Grupos homogéneos
		Límite inferior	Límite superior	
Testigo	14,6	12,6	16,6	a
NF 0,0250 %	20,3	18,2	22,4	b
AE 0,10 %	20,9	18,9	22,9	b
AE 0,20 %	22,7	20,7	24,7	b c
AE 0,15 %	23,0	21,0	25,0	b c
NF 0,0500 %	26,2	24,3	28,2	c d
NF 0,0375 %	27,6	25,6	29,6	d

Cobertura sobre hojas de soja

A diferencia de lo observado en las tarjetas, la cantidad de impactos por unidad de superficie sobre las hojas, presentó significación estadística en función del tratamiento aplicado. Las menores densidades correspondieron al agua, al AE al 0,10 % y al NF al 0,0375 % (Cuadro 6). En los tres casos mencionados, el número de impactos por centímetro cuadrado contabilizado sobre las hojas, resultó significativamente menor al alcanzado sobre las tarjetas (273 vs 654, 319 vs. 745 y 400 vs 706, respectivamente).

En lo que concierne al espectro de tamaño de los impactos, aproximadamente un 70 % de los mismos no superó los 150 mm en los casos del agua, del AE al 0,15 % y del NF al 0,025 % (Cuadro 7).

El mínimo tamaño medio de impacto correspondió al agua, sin que existan diferencias significativas con el AE al 0,15 % ni el NF al 0,025 %. Los máximos se lograron con el AE al 0,10 % y con el NF al 0,0375 % (Cuadro 8).

Cuadro 6. Resultados de la prueba de comparaciones múltiples de la cantidad de impactos cm^2 obtenidos con agua pura (testigo) y con los distintos productos y concentraciones sobre hojas.

Tratamiento	Impactos cm^2	Intervalo de confianza del promedio (95%)		Grupos homogéneos
		Límite inferior	Límite superior	
Testigo	273,4	187,5	359,4	a
AE 0,10 %	318,8	232,9	404,8	a
NF 0.0375 %	400,2	314,2	486,1	a
NF 0,0250 %	681,5	595,5	767,5	b
AE 0,15 %	868,9	782,9	954,9	c

Cuadro 7. Resultados de la prueba de comparaciones múltiples de la fracción de impactos menores a $150 \mu\text{m}$ sobre hojas.

Tratamiento	Proporción de impactos menores a $150 \mu\text{m}$	Intervalo de confianza del promedio (95%)		Grupos homogéneos
		Límite inferior	Límite superior	
		NF 0.0375 %	55,6	
AE 0,10 %	57,8	54,8	60,7	a
Testigo	69,8	66,8	72,7	b
NF 0,0250 %	71,3	68,3	74,2	b
AE 0,15 %	72,4	69,4	75,3	b

El mínimo porcentaje de cobertura se observó con el agua (Cuadro 9). Este valor implica una reducción del 48 % respecto del obtenido sobre las tarjetas. Esta diferencia se debió a la distinta cantidad de impactos que alcanzaron ambos tipos de superficie. Algo similar ocurrió con el AE a la concentración mínima (0,10 %). En este caso la merma fue del 42 %. Pese a ello, la cobertura resultó significativamente mayor a la del agua pura, principalmente a causa del incremento en el diámetro de los impactos.

Cuadro 8. Resultados de la prueba de comparaciones múltiples del tamaño medio de los impactos sobre hojas.

Tratamiento	Tamaño medio de los impactos (m)	Intervalo de confianza del promedio (95%)		Grupos homogéneos
		Límite inferior	Límite superior	
		Testigo	143,9	
AE 0,15 %	145,0	137,3	152,7	a
NF 0.0250 %	148,2	140,5	156,0	a
AE 0.10 %	176,4	168,7	184,2	b
NF 0.0375 %	200,5	192,8	208,2	c

Cuadro 9. Resultados de la prueba de comparaciones múltiples de los porcentajes de cobertura obtenidos con agua pura (testigo) y con los distintos productos y concentraciones sobre hojas.

Tratamiento	Cobertura (%)	Intervalo de confianza del promedio (95%)		Grupos homogéneos
		Límite inferior	Límite superior	
		Testigo	7,7	
AE 0,10 %	13,6	11,1	16,2	b
NF 0.0250 %	21,1	18,5	23,7	c
NF 0.0375 %	23,1	20,5	25,7	c
AE 0.15 %	24,9	22,3	27,5	c
AE 0.20 %	33,1	30,6	35,7	d
NF 0.0500 %	37,5	34,9	40,1	d

Estos resultados coinciden con los reportados por Hardi (2000). Con concentraciones medias y altas (0,15 % y 0,20 %), los porcentajes de cobertura observados sobre tarjetas y hojas resultaron similares, triplicando y cuadruplicando, respectivamente, a los logrados con agua cuando la aplicación fue realizada sobre la soja.

En el ensayo efectuado con el NF al 0,0250 % se alcanzaron coberturas y números de impactos equivalentes sobre tarjetas y hojas. Al incrementar la concentración al 0,0375 %, si bien se mantuvo una elevada cobertura en ambos tipos de superficie, el número de impactos sobre las hojas fue sustancialmente menor, hecho que puede ser atribuido a la coalescencia y a la consecuente pérdida de individualidad de las gotas que alcanzaron la superficie del objetivo. Este fenómeno se manifestó con mucha mayor intensidad en las concentraciones más elevadas de los dos productos ensayados.

CONCLUSIONES

El agregado del alcohol etoxilado o del nonil fenol al caldo de pulverización incrementa el grado de cobertura obtenido, a causa del aumento en el tamaño o en el número de impactos que alcanzan el objetivo.

El nivel de cobertura logrado es afectado por las concentraciones de los tensioactivos utilizadas y por las características superficiales del blanco.

BIBLIOGRAFÍA

HARDI 2000. The impact of additives on spray droplet size, coverage and distribution. International Application Technology Course. pp.9

HOLLOWAY, P.J.; ELLIS, M.C.B.; WEEB, D.A.; WESTERN, N.M.; TUCK, C.R.; HAYES, A.L.; MILLER, P.C.H 2000. Effects of some agricultural tank mix adjuvants on the deposition efficiency of aqueous sprays on foliage. Crop Protection. 19:1, 27-37.

MILLER, P.C.H.; BUTLER ELLIS, M.C.; ELLIS, M.C.B. 1997. A review of spray generation, delivery to the target and how adjuvants influence the process. Plant Protection quarterly. 12: 1, 33-38.

REED, J.P.; HALL, F.R.; REICHARD, D.L. 1990. Influence of atomizers upon efficacy of tridiphane plus atrazine applied posemergence. Weed Technology. 4:1, 92-96.

RIVERSIDE (1998) Adjuvant technical handbook. Terra Industries Inc. Iowa. EE.UU. pp 48.