

# Manejo de malezas en maíz resistente a glifosato

NOTA TÉCNICA

Villalba, J.\*

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz es uno de los más sensibles a la interferencia de malezas, por lo que es necesario mantener el cultivo libre de malezas por periodos prolongados y desde etapas muy tempranas del ciclo. En Uruguay, desde el 2011 se dispone de híbridos con diferentes eventos transgénicos, entre los cuales se encuentra la resistencia a glifosato, permitiendo de esta manera una opción más para el control de malezas en la post-emergencia del cultivo. El manejo de malezas en los cultivos transgénicos debe complementar la posibilidad de usar el glifosato en el cultivo con el uso de herbicidas residuales en la pre-emergencia o junto con el glifosato en la post-emergencia, de forma de obtener un control de malezas de amplio espectro y de retrasar la aparición de nuevas especies resistentes.

En países donde la tecnología ha tenido una fuerte adopción, el control de malezas se realiza en la post-emergencia en el 50% del área. La preferencia por este momento de aplicación, en general lleva a controles tardíos, lo que genera pérdidas de rendimiento medias de 5%, con casos extremos de 11 y 26% (Fickett *et al.*, 2013).

Las estrategias de manejo y la combinación de herbicidas residuales a usar, depende del enmalezamiento. En este artículo se presentan resultados de dos estrategias de control de malezas en maíz con resistencia a glifosato, que consideran el uso de: 1. Herbicidas residuales en la pre-emergencia con el glifosato en post-emergencia; 2. Uso combinado de herbicidas residuales junto con glifosato en post-emergencia.

Los ensayos fueron realizados en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” y formaron parte de trabajos de tesis de estudiantes de grado<sup>1</sup>

En todos los experimentos la aplicación de los herbicidas se realizó con un equipo pulverizador costal experimental de presión constante, presurizado con CO<sub>2</sub>, con ancho operativo de 2 m y calibrado para un volumen de aplicación de 100 L.ha<sup>-1</sup>.

## HERBICIDAS RESIDUALES EN PREEMERGENCIA Y GLIFOSATO EN POSEMERGENCIA

Se realizaron 2 experimentos con los mismos tratamientos en pre-emergencia (Cuadro 1) aplicados inmediatamente después de la siembra. La aplicación de glifosato en post-emergencia, fue realizada solo en el caso del Experimento 1, con el cultivo en el estado de V5-V6.

En el Experimento 1, la densidad de malezas en el testigo enmalezado a los 59 dpa<sup>2</sup> (Cuadro 2) fue baja, consecuencia tal vez del manejo del barbecho, la cantidad de rastrojo en superficie y a la baja disponibilidad hídrica en este periodo inicial que pudieron retrasar las emergencias de las malezas.

Los resultados de control en este experimento, indicaron que la combinación de Acetoclor con ambas dosis de Atrazina no presentaron diferencias significativas, con un promedio de control de 64%. Este comportamiento puede explicarse por el bajo enmalezamiento y su composición, concordante con los resultados obtenidos por Pasha *et al.* (2012).

Los mejores controles determinaron una reducción máxima en la población de malezas del 81%. El tratamiento de Isoxaflutole + Thiencarbazone-Methyl fue el de mayor control a los 59 dpa, coincidente con el mayor rendimiento, logrando 30% más de grano que en el testigo enmalezado. Para los demás tratamientos en los que existió algún tipo de control, esto no se vio reflejado en el rendimiento de maíz (4986 kg ha<sup>-1</sup> para el promedio de los tratamientos 1 a 9, contra 4903 kg ha<sup>-1</sup> en el testigo y 6402 kg ha<sup>-1</sup> en el mejor tratamiento), indicando que las limitantes fueron otras y seguramente se asociaron a posibles efectos fitotóxicos y a las bajas precipitaciones du-

\*Ing. Agr. Dpto. Protección Vegetal. EEMAC.

<sup>1</sup>Combinación de alternativas preemergentes y glifosato en la postemergencia en el control de malezas en maíz. Ernst, D; Ferrari, M., 2012.

Control de malezas en postemergencia de maíz resistente a glifosato. Britos, F.; Goyení, F., 2012.

<sup>2</sup>dpa: días post aplicación

**Cuadro 1.** Descripción de tratamientos

N° de tratamiento	Ingrediente activo y dosis (g i.a./ha)
1	Atrazina 1000 + Acetoclor 1800
2	Atrazina 1500 + Acetoclor 1800
3	Flumetsulam 96 + Acetoclor 1800
4	Alfa Metolaclor 1152
5	Alfa Metolaclor 1536
6	Acetoclor 1250 + Flumetsulam 39 + Clopiralid 128
7	Acetoclor 1670 + Flumetsulam 52 + Clopiralid 170
8	Acetoclor 1800
9	Acetoclor 2700
10	Isoxaflutole 76 + Thiencazozona-metil 30 + Cyprosulfamida (safener)
11	Testigo

rante el periodo crítico de floración que limitaron el potencial de rendimiento del cultivo.

Relacionado a la posible fitotoxicidad, es importante destacar que los diferentes tratamientos con pre-emergentes no generaron efectos en la implantación, ni en altura de planta, ni en el desarrollo fenológico del cultivo.

**Cuadro 2.** Densidad de malezas (n° pl/m<sup>2</sup>) a los 59 dpa en el Experimento 1 y a los 43 dpa en el Experimento 2

Tratamiento herbicida	Experimento 1	Experimento 2
Atrazina 1000 + Acetoclor 1800	6.5 Bc	152 ab
Atrazina 1500 + Acetoclor 1800	7.4 Abc	252 ab
Flumetsulam 96 + Acetoclor 1800	29.6 A	278 ab
Alfa Metolaclor 1152	28.7 A	267 ab
Alfa Metolaclor 1536	20.4 Ab	190 ab
Acetoclor 1250 + Flumetsulam 39 + Clopiralid 128	11.1 Abc	49 b
Acetoclor 1670 + Flumetsulam 52 + Clopiralid 170	22.2 A	184 ab
Acetoclor 1800	19.4 Ab	242 ab
Acetoclor 2700	21.3 A	135 ab
Isoxaflutole 76 + Thiencazozona-metil 30 + Cyprosulfamida (safener)	3.7 C	236 ab
Testigo	19.4 Ab	360 a

Medias con igual letra no difieren estadísticamente, test de Tukey (P<0.05%)

En relación a la aplicación de glifosato en post-emergencia, se constató que la aplicación del glifosato estableció el menor grado de enmalezamiento a la cosecha del cultivo, generando un barbecho más limpio para el cultivo siguiente.

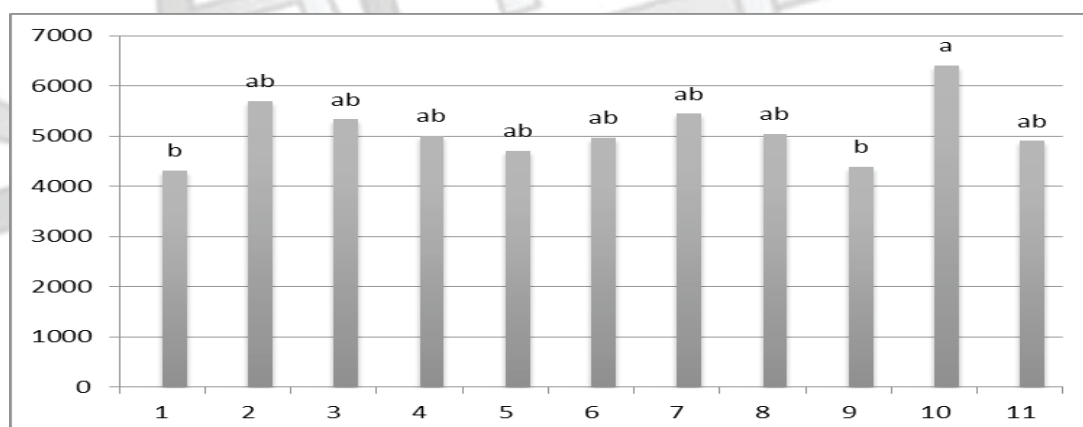
**Cuadro 3.** Grado de enmalezamiento a cosecha  
(Escala visual de enmalezamiento creciente de 0 a 4)

Tratamiento herbicida	Sin glifosato	Con glifosato
Atrazina 1000 + Acetoclor 1800	0.5	0.7
Atrazina 1500 + Acetoclor 1800	0.5	0.3
Flumetsulam 96 + Acetoclor 1800	0.7	0.2
Alfa Metolaclor 1152	1.8	0.7
Alfa Metolaclor 1536	1.2	0.5
Acetoclor 1250 + Flumetsulam 39 + Clopiralid 128	0.7	0.2
Acetoclor 1670 + Flumetsulam 52 + Clopiralid 170	0.7	0.0
Acetoclor 1800	0.8	1.0
Acetoclor 2700	1.5	0.5
Isoxaflutole 76 + Thiencazabone-methyl 30 + Cyprosulfamide (safener)	0.5	0.3
Testigo	1.5	0.7

La aplicación de glifosato en posemergencia solo presentó una tendencia a mayor rendimiento, sin diferencias estadísticas, por lo que se presentan los rendimientos promedios de los tratamientos con y sin aplicación de glifosato (Figura 1). El bajo enmalezamiento temprano estableció un bajo impacto de la aplicación de glifosato, similares resultados encontraron Stephenson y Bond (2012), quienes obtuvieron respuestas en rendimientos por el uso de glifosato en la post-emergencia solo para aquellos tratamientos en pre-emergencia que no controlaron satisfactoriamente las malezas. Contrariamente, Pérez y Pérez (2008), encontraron ventajas por el uso de glifosato en post-emergencia en cultivo, en situa-

ción con elevada infestación de malezas y donde la residualidad de los herbicidas pre-emergentes no fue suficiente para sostener los nuevos flujos de emergencias de malezas o en situaciones con infestación de malezas perennes que fueron bien controladas por la secuencia de glifosato en post-emergencia.

La selección de un maíz con resistencia a glifosato debe tener en cuenta no solo su beneficio en cuanto al control de malezas que este aporta, en especial en aquellas situaciones que se dan varios flujos de emergencia a lo largo del ciclo del cultivo, sino que se debe considerar el efecto en el futuro que tendrá la inclusión de esta tecnología en la rotación.



T1: atrazina 1000 g/ha + acetoclor 1800 g/ha; T2: atrazina 1500 g/ha + acetoclor 1800 g/ha; T3: flumetsulam 96 g/ha + acetoclor 1800 g/ha; T4: metolaclor 1152 g/ha; T5: metolaclor 1536 g/ha; T6: acetoclor 1250 g/ha+ flumetsulam 39 g/ha + clopiralid 128 g/ha; T7: acetoclor 1670 g/ha+ flumetsulam 52 g/ha + clopiralid 170 g/ha; T8: acetoclor 1800 g/ha; T9: acetoclor 2700 g/ha; T10: isoxaflutole 76 g/ha + thiencazabone- methyl 30 g/ha + cyprosulfamide (safener); T11: Testigo. Medias con igual letra no difieren estadísticamente, test de Tukey (P<0.05%)

**Figura 1.** Rendimiento de grano (kg/ha) promedio de tratamientos con y sin aplicación de glifosato en post-emergencia

En el Experimento 2, en el que el enmalezamiento fue elevado, con una densidad de malezas en el testigo sin herbicida de 360 pl/m<sup>2</sup>, las especies más frecuentes fueron gramíneas como *Setaria geniculata*, *Digitaria sanguinalis* y en menor medida dicotiledóneas como *Amaranthus quitensis* y *Ammi spp.*

La variabilidad en la densidad de malezas para los diferentes tratamientos pre-emergentes fue muy importante, encontrándose en promedio un 55% de control. El testigo sucio presentó diferencia estadística (P<0.05) solamente con el tratamiento de mezcla de Acetoclor + Flumetsulam + Clopiralid, en la dosis baja, quien presentó una densidad de solo 50 plantas/m<sup>2</sup>, aunque sin diferencias estadísticas con los demás tratamientos. Para este tratamiento se estableció un control de 74% en *Setaria geniculata* y de 75% en *Digitaria sanguinalis*.

Los menores niveles de control de los tratamientos que contenían una dosis más alta del graminicida o el mismo Metolaclor, resultan inexplicables y estuvieron dados por la variabilidad en el control de *Setaria geniculata*. Igualmente los porcentajes de control de los tratamientos, Atrazina 1000 g + Acetoclor 1800 g/ha, Metolaclor 1536 g/ha, Acetoclor 2700 g/

ha y la mezcla de Acetoclor + Flumetsulam + Clopiralid fueron de 58, 47, 62 y 49%, respectivamente.

## HERBICIDAS RESIDUALES EN MEZCLA CON GLIFOSATO EN POSEMERGENCIA

Las aplicaciones se realizaron con el maíz en el estadio V5, ya que las condiciones meteorológicas no fueron favorables para la aplicación de glifosato. La ocurrencia de precipitaciones o elevadas temperaturas y baja humedad relativa son factores que conducen a retrasos en las aplicaciones y tornan riesgoso el manejo de malezas basado exclusivamente en el control en posemergencia. Este estadio es considerado tarde para lograr el mayor potencial del rendimiento del maíz. Según Page *et al.* (2013), las mayores respuestas al control de malezas se obtienen con el cultivo en V1- V3. Por otra parte, Cepeda y Rossi (2003), definen a V4 como el periodo crítico de competencia cuando el enmalezamiento es básicamente gramíneo.

Se presentan los resultados de control y la respuesta en la materia seca del maíz (cultivo para silo de planta entera).

**Cuadro 4.** Descripción de tratamientos

Nº de Tratamiento	Principio activo y dosis (g/ha)
1	Glifosato 1080
2	Glifosato 1080 +2,4D 288 + Clopiralid 28,8
3	Glifosato 1080 + 2,4D 288 + Dicamba 38,4
4	Glifosato 1080 +Atrazina 990
5	Testigo
6	Glifosato 1080 +Acetoclor 1610
7	Glifosato 1080 +Metolacor 1152
8	Glifosato 1080 +Metolacor 1536
9	Glifosato 1080 +Acetoclor 840 + Clopiralid 85,4 +Flumetsulan 26
10	Glifosato 1080 +Acetoclor 1260 + Clopiralid 128,1 +Flumetsulan 39
11	Glifosato 1080 +Atrazina 990+ Acetoclor 1610

En este experimento el enmalezamiento fue básicamente gramíneo, siendo las malezas principales: pasto blanco (*Digitaria sanguinalis*), capín (*Echinochloa colona*) y en menor grado la infestación de sida (*Sida rhombifolia*), carnicera (*Conyza spp.*) y yuyo colorado (*Amaranthus quitensis*).

*Digitaria sanguinalis* fue controlada en un 100% por todos los tratamientos herbicidas, mostrando la sensibilidad de la especie a la dosis de glifosato aplicada.

En *Echinochloa colona*, glifosato con Atrazina y Acetoclor logró un control significativamente menor, lo que sugiere la posible ocurrencia de antagonismo del graminicida y/o la Atrazina con el glifosato. Tharp y Kells (2002), no encontraron antagonismo para esta triple mezcla, y obtuvieron un buen control de *Echinochloa spp.* En nuestro caso, el efecto negativo fue solo temporario ya que a los 15 dpa, *Echinochloa colona* había sido controlada eficientemente. Siendo glifosato el principal herbicida para el control

de esta maleza en posemergencia.

En *Conyza spp*, los controles fueron deficientes (Cuadro 5), no alcanzando valores superiores al 30%

en promedio de control en ninguno de los tratamientos. Apenas una mejoría en el control con el agregado de 2.4-D, Dicamba o Atrazina junto con el glifosato.

**Cuadro 5.** Valores de media y mediana de control de *Conyza spp* y *Echinochloa colona* a los 7 dpa

Tratamientos y dosis (g. i.a./ha)	Estimación	Mediana	Estimación	Mediana
	% control <i>Conyza</i> <i>spp</i>	control <i>Conyza</i> <i>spp</i>	% control <i>Echinochloa</i> <i>colona</i>	control <i>Echinochloa</i> <i>colona</i>
glifosato 1080	5,5	10 c	7.7	80 ab
glifosato 1080 + 2.4-D 288 + clopiralid 28.8	20.7	30 ab	3.9	70 ab
glifosato 1080 + 2.4-D 288 + dicamba 38.4	23,3	45 a	12.2	90 ab
glifosato 1080 + atrazina 990	24,8	40 a	6.8	70 ab
glifosato 1080 + acetoclor 1610	9,8	10 bc	15.0	100 a
glifosato 1080 + metolaclor 1152	15,5	15 abc	17.7	100 a
glifosato 1080 + metolaclor 1536	5,5	10 c	15.9	100 ab
glifosato 1080 + acetoclor 840 + clopiralid 85.4 + flumetsulam 26	12,8	20 abc	12.3	100 ab
glifosato 1080 + acetoclor 1260 + clopiralid 128.1 flumetsulam 39	10,5	15 bc	20.6	100 a
glifosato 1080 + atrazina 990 + acetoclor 1610	26.4	45 a	3.5	50 b

Los tratamientos sin graminicida en la mezcla, igual lograron buen control de las mismas hasta cosecha. En el caso de los tratamientos con Atrazina estos resultados fueron similares a los obtenidos por Cepeda y Rossi (2003), quienes encontraron un control efectivo en gramíneas anuales dado por la residualidad de Atrazina que inhibió los futuros flujos de esta especie hasta la cosecha.

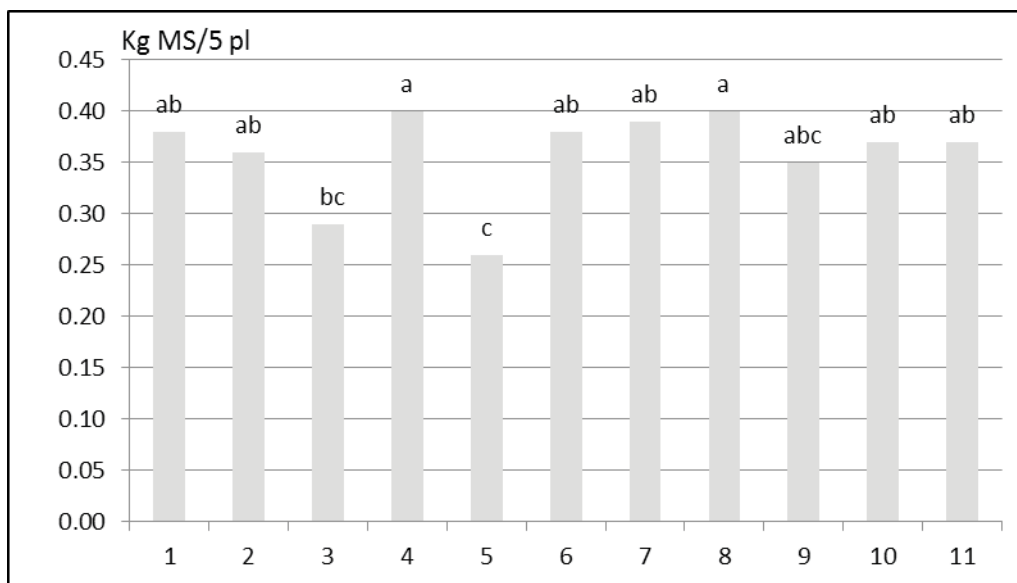
**Cuadro 6.** Materia seca de gramíneas y malezas totales a cosecha

Tratamientos y dosis (i.a./ha)	g/m <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup> total	Control
	gramíneas	malezas	respecto al testigo (%)
glifosato 1080 g	27.2 b	34,0 b	77.9
glifosato 1080 g + 2.4-D 288 g + clopiralid 28.8 g	27.8 b	28.2 b	81.7
glifosato 1080 g + 2.4-D 288 g + dicamba 38.4 g	41.4 b	42,8 b	72.2
glifosato 1080 g + atrazina 990 g	7.40 b	7.60 b	95
Testigo	103.8 a	154.2 a	--
glifosato 1080 g + acetoclor 1610 g	7.70 b	18.8 b	87.8
glifosato 1080 g + metolaclor 1152g	29.5 b	37.9 b	75.4
glifosato 1080 g + metolaclor 1536 g	16.6 b	24.2 b	84.3
glifosato 1080 g + acetoclor 840 g + clopiralid 85.4 g + flumetsulam 26 g	16.1 b	19.8 b	87.2
glifosato 1080 g + acetoclor 1260 g + clopiralid 128.1 g + flumetsulam 39 g	10.1 b	12.5 b	91.9
glifosato 1080 g + atrazina 990 g + acetoclor 1610 g	5.30 b	5.30 b	96.5

Tratamientos con distinta letra difieren estadísticamente (P<0,05)

Si bien no existieron diferencias entre tratamientos herbicidas en el control de malezas, a fin de ciclo, si se constataron diferencias en la materia seca de maíz al momento del corte. Glifosato + Atrazina y glifosato + Metolaclor fueron los tratamientos que determinaron el mayor rendimiento de materia seca y se diferenciaron estadísticamente del testigo enmalezado y del tratamiento glifosato + 2.4-D + Dicamba,

indicando que este último tratamiento fue fitotóxico para el cultivo, aunque las recomendaciones para la mezcla hormonal indican que las aplicaciones pueden realizarse hasta V4 - V5. Otro aspecto que también pudo condicionar la respuesta es que presentó una leve tendencia a un menor control de malezas (72%) comparado a los restantes tratamientos aplicados.



T1: glifosato 1080 g ea/ha; T2: glifosato 1080 g ea/ha + 2.4-D 288 g/ha + clopiralid 28.8 g/ha; T3: glifosato 1080 g ea/ha + 2.4-D 288 g/ha + dicamba 38.4 g/ha; T4: glifosato 1080 g ea/ha + atrazina 990 g/ha; T5: Testigo; T6: glifosato 1080 g ea/ha + acetoclor 1610 g/ha; T7: glifosato 1080 g ea/ha + metolaclor 1152g; T8: glifosato 1080 g ea/ha + metolaclor 1536 g/ha; T9: glifosato 1080 g ea/ha + acetoclor 840 g/ha + clopiralid 85.4 g/ha + flumetsulam 26 g/ha; T10: glifosato 1080 g ea/ha + acetoclor 1260 g/ha + clopiralid 128.1 g/ha + flumetsulam 39 g/ha; T11: glifosato 1080 g ea/ha + atrazina 990 g/ha + acetoclor 1610 g/ha

Figura 2. Rendimiento expresado como kg materia seca de 5 plantas de maíz

## CONSIDERACIONES FINALES

Los bajos niveles de enmalezamientos no permitieron obtener beneficios de la secuencia de glifosato en la posemergencia luego del control inicial con herbicidas premergentes.

El uso de glifosato combinado con herbicidas residuales en la posemergencia logró respuestas positivas en el rendimiento, pero no fue posible aplicar antes del periodo crítico, lo cual seguramente condi-

cionó el nivel de la respuesta.

Ambas estrategias de manejo de malezas son posibles y para que sean efectivas deben considerarse los factores limitantes de cada caso, como pueden ser las condiciones climáticas para la aplicación en el momento oportuno, el nivel de infestación de malezas, el espectro y grado de desarrollo de las mismas.

El uso de estas tecnologías adiciona posibilidades al manejo de los enmalezamientos en el sistema.

## BIBLIOGRAFÍA

- CEPEDA, S.; ROSSI, A. 2003.** Manejo y control de malezas en maíz. Buenos Aires, INTA Pergamino. pp. 172-175.
- FICKETT, N. D.; BOERBOOM, C. M.; STOLTENBERG, D. E. 2013.** Predicted corn yield loss due to weed competition prior to postemergence. *Weed Technology*, 27(1):54-62.
- PAGE, E. P.; CERRUDO, D.; WESTRA, P.; LOUX, M.; SMITH, K.; FORESMAN, C.; WRIGHT, H.; SWANTON, C. J. 2012.** Why early season weed control is important in maize. *Weed Science*, 60: 423-430
- PASHA, T.; BHADRU, D.; KRISHNA, L.; NAIK, R. B. M. 2012.** Evaluation of different herbicides in zero tillage maize. *The Madras Agricultural Journal*. 99 (7-9): 471-472.
- PÉREZ, M.; PÉREZ, L. 2008.** Producción agrícola y gestión ambiental; estrategia de control de malezas en maíz RG. In: Institución Nacional de Tecnología Agropecuaria. Memoria técnica 2007-2008.
- STEPHENSON, D. O.; BOND, J. A. 2012.** Evaluation of Thien carbazole-methyl- and Isoxaflutole-based herbicide programs in corn. *Weed Technology*. 26 (1): 37-42.
- THARP, B. E.; KELLS, J. J. 2002.** Residual herbicides used in combination with glyphosate and glufosinate in Corn (*Zea mays*). *Weed Technology*. 16:274-281.



CANGUÉ