

# Generalización de Diversas Mezclas de Isoxaflutol en Preemergencia y de Glufosinato de Amonio en Postemergencia en Caña de Azúcar

Juan C. Díaz Díaz<sup>1</sup>, Lorenzo Rodríguez Estrada<sup>1</sup>, Roberto Chao Trujillo<sup>1</sup>, Inoel García Ruiz<sup>1</sup>, Ciro Fernández Martínez<sup>1</sup>, José J. Díaz Díaz<sup>2</sup>, Mauricio Cruz Velazquez<sup>3</sup>, Eddy Olivera Estrada<sup>4</sup>, Andrián García Perú<sup>5</sup>, Sixto Hernández Hernández<sup>6</sup>, Armando Alvarez Dosaguez<sup>7</sup> y Eugenio Zayas Pineda<sup>8</sup>

<sup>1</sup>INICA; <sup>2, 3, 4, 5</sup> Grupos Empresariales MINAZ Matanzas, Tunas, Ciego Ávila y Santiago Cuba; <sup>6</sup>Empresa Servicios Agroquímicos MINAZ; <sup>7</sup> Dirección Caña MINAZ; <sup>8</sup> Bayer CropScience.

## RESUMEN

Investigaciones durante 1995-2000 mostraron mayor espectro y duración que estándares de tratamientos preemergentes de Merlin GD 75 (isoxaflutol), en mezclas con ametrina, diurón, 2,4-D amina o metribuzín en caña planta y retoños (socas) con humedad, y con asulam, Finale LS 15 (glufosinato de amonio) o glifosato con predominio *Sorghum halepense*; y de tratamientos postemergentes dirigidos de Finale + ametrina, diurón, glifosato o asulam, en diversos estadíos del cultivo y malezas predominantes, incluyendo *Andropogon* o *Dichanthium* spp., *Panicum maximum*, *Cynodon dactylon*, *Sorghum halepense*, *Cyperus rotundus*, *Brachiaria mutica*, todos los bejucos y *Dichrostachys cinerea*. Desde 2001 se ha desarrollado un programa de generalización de isoxaflutol y glufosinato, el primero inicialmente en caña planta, desde 2004 principalmente en retoños. Su extensión ha alcanzado 225 mil hectáreas en 2007. Se han registrado marcadas reducciones de enhierbamientos totales y de gramíneas “problema” e incrementos de rendimientos de caña y beneficios económicos con su implementación. Ventajas observadas en isoxaflutol y glufosinato han sido: poco exigentes a humedad (efectivos en período seco), permitiendo evitar picos de aplicación con brote masivo de malezas en período lluvioso, terminando aplicaciones preemergentes en retoños con final de zafra; como consecuencia, se logra en retoños menor competencia de malezas y mayor rendimiento de caña; son poco tóxicos al hombre y medio ambiente. Otras ventajas de isoxaflutol: se reactiva con lluvia hasta varios meses de aplicado; permite tratamientos de manchoneo, después del preemergente, a bajo porcentaje del área; incrementa productividad de escarda manual; permite liberar fuerza de trabajo y maquinaria hacia otras actividades; facilidad y bajo costo de transportación y almacenamiento por dosis muy bajas; efecto residual parcial sobre *Sorghum halepense*. Otras ventajas de glufosinato: muy amplio espectro de acción, controlando todas malezas “problema” en caña; disminuye consumo de 2,4-D por buen control de dicotiledóneas; presenta acción más prolongada que demás herbicidas postemergentes.

Palabras clave: Saccharum híbrido, Merlin, Finale, herbicida, maleza.

## **ABSTRACT - Generalization of Various Mixtures of Isoxaflutole in Preemergence and of Ammonium Glufosinate in Postemergence in Sugarcane**

Research during 1995-2000 showed greater control spectrum and time length than former standards by preemergent treatments of Merlin WG 75 (isoxaflutole), in mixtures with ametryn, diuron, 2,4-D amine salt or metribuzin in plant cane and ratoons with moisture, and with asulam, Finale SL 15 (ammonium glufosinate) or glyphosate under prevalence of *Sorghum halepense*; and directed postemergent treatments of Finale + ametryn, diuron, glyphosate or asulam, in various stages of the crop and prevalent weeds, including “problem” species *Andropogon* or *Dichanthium* spp., *Panicum maximum*, *Cynodon dactylon*, *Sorghum halepense*, *Cyperus rotundus*, *Brachiaria mutica*, all vines and *Dichrostachys cinerea*. Since 2001 a program of generalization of isoxaflutole and glufosinate has been implemented, the former initially in plant cane, and since 2004 mainly in ratoons. Its extension has reached 225 thousand hectares in 2007. Marked reductions in total weed and “problem” grass infestations and increases in sugarcane yields and in economic benefits with its implementation, have been recorded. Advantages observed in isoxaflutole and glufosinate have been: low moisture dependence (effective in dry periods), allowing to avoid application peaks during massive weed flushes during rainy season, ending preemergence applications in ratoons with end of harvest season; consequently, lower weed competition and higher cane yields in rations have been attained; are of low toxicity to man and environment. Other advantages of isoxaflutole: reactivates with rain up to several months after application; allows spot application, after the preemergent treatment, to low percentages of the area; increases productivity of manual weeding; makes available labor and machinery for other operations; ease and low cost of transportation and storage due to very low dosages; partial residual effect on *Sorghum halepense*. Other advantages of glufosinate: very broad control spectrum, including all “problem” weeds in sugarcane; reduces 2,4-D consumption due to good broadleaf control; shows lengthier action than other postemergence herbicides.

Keywords: *Saccharum hybrid*, Merlin, Finale, herbicide, weed.

## **INTRODUCCIÓN**

Isoxaflutol (5-ciclopropil-4-(trifluorometilbenzol)isoxazol), es un miembro de la familia relativamente nueva de herbicidas oxazoles. Es un herbicida sistémico, que actúa principalmente a través del suelo, aunque también presenta acción foliar. Bajo condiciones de adecuada humedad del suelo las plántulas de malezas de especies susceptibles no emergen o emergen albinas (Rhone Poulenc, 1995). Se formula como granulado soluble en

agua con 75 % de ingrediente activo, con los nombres comerciales de Merlin, en Cuba, y Provenze, en Brasil.

Glufosinato de amonio (ácido 2-amino-4-(hidroximetilfosfinil) butanoico o ácido (3-aminocarboxipropilo) metil fosfínico), es un aminoácido fosforilado o derivado de aminoácido de naturaleza biológica (originalmente producido por fermentación de *Streptomyces viridochromogenes*). Es un herbicida de contacto, no selectivo, con muy poca persistencia en el suelo y de baja toxicidad para mamíferos (Ahrens, 1994). Se formula como concentrado soluble con un 15 % (Finale LS 15) y al 20 % (Basta).

Investigaciones durante 1995-2000 mostraron mayor espectro y duración que estándares de tratamientos preemergentes de Merlin GD 75 (isoxaflutol), en mezclas con ametrina, diurón, 2,4-D sal amina o metribuzín en caña planta y retoños (socas) con humedad, y con asulam, Finale LS 15 (glufosinato de amonio) o glifosato con predominio *Sorghum halepense* (Díaz et al., 1998, 2001, 2003, 2005; Rodríguez et al., 2001a, 2003; Cruz, 2005); y de tratamientos postemergentes dirigidos de Finale + ametrina, diurón, glifosato o asulam, en diversos estadios del cultivo y especies predominantes, incluyendo la “problemas” *Andropogon* o *Dichanthium* spp., *Panicum maximum*, *Cynodon dactylon*, *Sorghum halepense*, *Cyperus rotundus*, *Brachiaria mutica*, todos los bejucos y *Dichrostachys cinerea* (Zayas et al. 2001; Rodríguez et al., 2001b, 2003).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

En diciembre del 2000 se constituyó el actual Programa MINAZ-Bayer CropScience de control integral de malezas en caña de azúcar, por los respectivos Directores y especialistas de la entonces firma Aventis (posteriormente Bayer CropScience), la entonces Dirección de Agrotecnia del MINAZ (posteriormente Dirección de Producción de Caña) y del INICA, con el fin de generalizar los buenos resultados previos con los herbicidas Merlin GD 75 (isoxaflutol) y Finale LS 15 (glufosinato de amonio), en mezclas con varios acompañantes. Se inició en enero del 2001 con la selección y seminario de un grupo de unidades de producción o fincas.

El Programa incluía la sustitución de los herbicidas foliares MSMA, Gramoxone LS 20 (paraquat), Doblete LS 20 (paraquat + diquat) y ametrina, y de los tratamientos residuales diurón, atrazina, Amigán PH 65 (ametrina + terbutrina), y otros, así como la reducción del uso de los herbicidas hormonales (2,4-D amina y éster) únicamente a aplicaciones de estos solos contra bejucos y de sal de amina mezclada con Merlin como “post-pre” o postemergente temprano con efecto residual, nunca en mezclas postemergentes, y su

reemplazo por diversas mezclas residuales con Merlin, y mezclas foliares o postemergentes con Finale.

Entre los acompañantes de ambos se incluían ametrina, diurón, glifosato, asulam, atrazina, Amigan y 2,4-D sal de amina. También se incluían aplicaciones independientes, como el citado de hormonales contra bejucos y glifosato en presiembra (labranza mínima). En las Tablas 1-3 se describen los tratamientos preemergentes puros y post-pre o postemergentes tempranos con efecto residual de Merlin o isoxaflutol más diversos acompañantes, y en la Tabla 4 los tratamientos postemergentes de mezclas de Finale o glufosinato de amonio, generalizados en 2007 en las áreas del Programa.

Todo ello ha tenido un complemento de medios de aplicación, asesoramiento y otras prácticas de control, como la cobertura de paja en suelos de buen drenaje.

#### **Requisitos para la aplicación de la tecnología en retoños**

- Preferiblemente haber fertilizado el área.
- Preferiblemente haber eliminado los enyerbamientos existentes (descepe manual o químico).
- Haber realizado las labores de cultivo de descompactación en las áreas que lo requieran.

#### **Requisitos para la Selección de las Unidades y Bloques con esta Tecnología**

- Tener un técnico integral con dominio en control de malezas, especialmente en los productos Bayer CropScience.
- Poseer como mínimo una asperjadora y 10 a 15 mochilas aptas.
- Contar con los implementos de cultivo y fertilización.

#### **Organización del Programa de Control de Malezas en el Programa**

- Capacitación del personal que intervendrá en el Programa.
- Visita a las unidades o fincas seleccionadas (INICA, MINAZ y Bayer CropScience) para seminariar y controlar el Programa.
- Verificación de la logística de aplicación y cultivo al inicio de la zafra.
- Comenzar las aplicaciones en cualquier hora de la madrugada y mantenerla hasta que lo permita los parámetros del tiempo (viento hasta 3 m/seg., temperatura hasta 30 °C y sin lluvia pronosticada al menos durante 4 horas).

**Tabla 1. Tratamientos residuales de Merlin en siembras y retoños en período húmedo, 2007.**

Productos	Dosis (kg o l / ha)	Costo (USD/ha)	Pre puro	Post-pre		Suelos
				tempr.	medio	
Merlin+ Ametrina	0.15 + 1.5	31.64	x	x	x	ligeros
Merlin+ Diurón	0.15 + 1.5	31.84	x	x		ligeros
Merlin+ Ametrina	0.175 + 1.75	36.91	x	x	x	medios
Merlin+ Diurón	0.175 + 1.75	37.15	x	x		medios
Merlin+ Ametrina	0.20 + 2.0	42.18	x	x	x	pesados
Merlin+ Diurón	0.20 + 2.0	42.45	x	x		pesados
Merlin + 2,4-D sal amina	0.15 + 2.0	29.23	x	x		ligeros
Merlin + 2,4-D sal amina	0.175 + 2.0	32.99	x	x		medios
Merlin + 2,4-D sal amina	0.20 + 2.0	36.74	x	x		pesados
Merlin + metribuzin	0.15 + 1.0	39.88	x	x		ligeros
Merlin + metribuzin	0.175 + 1.0	43.63	x	x		medios
Merlin + metribuzin	0.20 + 1.0	47.39	x	x		pesados

**Tabla 2. Tratamientos de Merlin y acompañantes en caña planta con predominio de Don Carlos (kg o l/ha y USD/ha).**

Textura suelos <sup>a</sup>	Merlin+glifosato en siembra antes de puyón	Merlin+ Finale hasta puyón o dirigido en caña más de 50 cm	Merlin + asulam LS 40 cualquier tamaño de caña
ligeros	0.150 + 4-5 (33.97 – 36.82)	0.150 + 1.5 (37.69)	0.150 + 4 (41.89)
medios	0.175 + 4-5 (37.73 – 40.58)	0.175 + 1.5 (41.45)	0.175 + 4 (45.64)
pesados	0.200 + 4-5 (41.49 – 44.34)	0.200 + 1.5 (45.21)	0.200 + 4 (49.40)

<sup>a</sup> Ligeros (Ferralitizados); medios (Sialitizados y Fersialitizados); pesados (Vertisuelos, Gleyzados, Aluviales).

**Tabla 3. Tratamientos de Merlin y acompañantes en retoños, durante períodos seco y semi-húmedo (kg/ha y USD/ha).**

Texturas suelos <sup>a</sup>	Período seco Merlin solo*	Período semi-húmedo Merlin+ Ametrina PH 80 <sup>b</sup>
ligeros	0.18-0.20 (27.1 - 30.1)	0.150 + 1.50 (31.64)
medios	0.20-0.23 (30.1 - 34.6)	0.175 + 1.75 (36.91)
pesados	0.23-0.27 (34.6 - 40.6)	0.200 + 2.00 (42.18)

<sup>b</sup> Ante presencia de dicotiledóneas agregar 2,4-D a 0.5 l/ha (éster) o 1 l/ha (sal amina).

**Tabla 4. Tratamientos Postemergentes o Foliares de Finale en Programa , 2007.**

<b>Productos</b>	<b>kg o l / ha</b>	<b>% v/v (l/100 l)</b>	<b>USD/ha</b>	<b>Malezas predominantes</b>
<b>en manchoneo o descepe químico:</b>				
Finale + Agrotín		1 - 1.5 + 0.1	21.04–31.13	<i>Panicum maximum</i>
Finale + Asulam + Agrotin	1-1.5 + 4 + 0.25	0.50-0.75+2+0.1	30.28– 35.32	<i>S. halepense</i> y <i>Brachiaria mutica</i> , dosis mayor dirigida en caña de más de 60 cm
<b>en ahijamiento de la caña (menos de 60 cm total):</b>				
Finale + Ametrina + Agrotín	0.8 + 0.8 + 0.25	0.4 + 0.4 + 0.1	13.77	anuales < 10 cm (reventazón)
<b>en ahijamiento de la caña (más de 60 cm total):</b>				
Finale + ametrina + Agrotín	1.2 + 0.6 + 0.25	0.6 + 0.3 + 0.1	16.60	anuales 10-20 cm
Finale + ametrina + Agrotín	1.5 + 0.75 + 0.25	0.75 + 0.38 + 0.1	20.53	perennes y anuales
Finale + diurón + Agrotín	1.5 + 0.75 + 0.25	0.75 + 0.38 + 0.1	20.64	
Finale + Agrotín	2 + 0.25	1 + 0.1	21.04	
Finale + AG-5 o Regulux	1.5+(0.2-0.4)*	0.75+(0.1-0.2)*	15.12-17.12*	
<b>en precierre (más 120 cm):</b>				
Finale + Glifosato+ Agrotín	1 + 1 + 0.25	0.5 + 0.5 + 0.1	13.80	anuales
Finale + Glifosato + Agrotín	1.5 + 1 + 0.25	0.75 + 0.5 + 0.1	18.85	perennes bajas ( <i>Andropogon</i> , <i>Cynodon dactylon</i> )
Finale + Glifosato + AG-5 o Regulux	1.1 + 0.75 + (0.2-0.4)*	0.55 + 0.375 + (0.1-0.2)*	13.23-15.22*	
Finale + ametrina + Agrotín	1.5 + 0.75 + 0.25	0.75 + 0.38 + 0.1	20,53	perennes y anuales
Finale + diurón + Agrotín	1.5 + 0.75 + 0.25	0.75 + 0.38 + 0.1	20,64	
Finale + Agrotín	2 + 0.25	1 + 0.1	21.04	
Finale + AG-5 o Regulux	1.5+(0.2-0.4)*	0.75+(0.1-0.2)*	15.12-17.12*	

\* AG-5 o Regulux, hasta que adquiera un color púrpura, que indica que el pH óptimo (5) se ha alcanzado.

## RESULTADOS

Las áreas del presente Programa alcanzaron en 2007: 225 mil hectáreas, que representa un 40% del total nacional, y se planifica para 2008 poco más de 300 mil hectáreas, que representa alrededor del 50 % del área nacional. Sin embargo, por sus mayores rendimientos, ya en el 2007 aporta más de la mitad de la producción nacional de caña.

**Tabla 5. Areas físicas de implementación del Programa.**

Año	ha físicas
2004	6089
2005	34101
2006	111701
2007	225000
2008 (Plan)	304000

Después de varios años de implementación se ha observado una disminución de los niveles de enyerbamiento (llegando en el presente 2007 a los niveles más bajos de últimos 15 años, a pesar de haber sido el de mayor lluvia en 50 años), unido a un incremento de los rendimientos. En las próximas tablas y Figuras se ilustran estos dos efectos principales. Los tratamientos de Merlin (isoxaflutol) han mostrado mayores beneficios en retoños, y dentro de estos las aplicaciones más tempranas en el año, durante período seco. Por otra parte, se ha observado un cambio en la composición de las malezas, incrementándose las dicotiledóneas, principalmente bejucos, y las ciperáceas, y disminuyendo las gramíneas “problema” como *Rottboellia cochinchinensis*, *Panicum maximum* y *Sorghum halepense*, fundamentalmente en las unidades (fincas) con varios años en el Programa.

### **Ventajas Observadas en los Tratamientos de Merlin (isoxaflutol).**

1. Pueden ser aplicados en cualquier condición de humedad, lo cual permite evitar los picos de aplicación que se originan con el brote masivo de las malezas al empezar el período lluvioso, aplicando en condiciones secas, y finalizándolas en retoño con el fin de la zafra, o al menos en los primeros 15 días de las lluvias;
2. Como consecuencia, es posible en retoños invertir los tratamientos de correctivos, foliares o postemergentes a preventivos, residuales o preemergentes, lográndose menor competencia de la hierba con la caña y así obtener mayor rendimiento;
3. Permite liberar fuerza de trabajo, tractores e implementos hacia otras actividades;
4. Se incrementan los ritmos de escarda manual hasta 0.5 a 0.8 ha y más por jornada/hombre;
5. Se logran tratamientos de manchoneo (después del residual inicial) a un bajo porcentaje del área;

6. Se pueden aplicar en caña planta y retoño verde o quemado, cultivado o con cobertura de paja;
7. Amplio espectro contra malezas gramíneas y dicotiledóneas anuales, incluyendo un efecto parcial sobre don carlos (*Sorghum halepense*);
8. Se reactivan con la lluvia hasta varios meses después de aplicado;
9. Son poco tóxicos al hombre y medio ambiente;
10. Presentan facilidad y bajo costo de transportación, manipulación y almacenamiento.

#### **Ventajas observadas en los Tratamientos de Finale (glufosinato).**

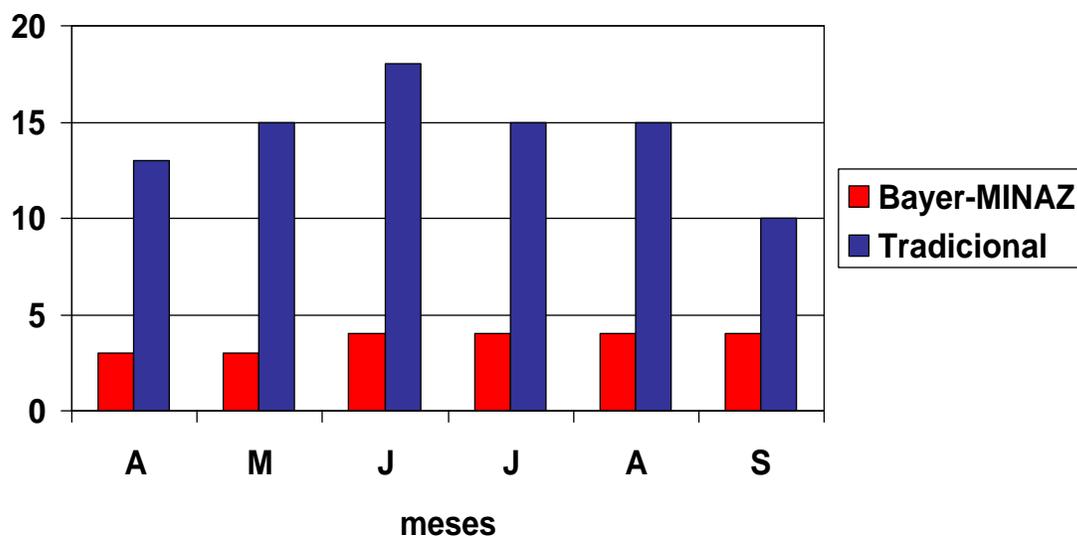
1. Poseen muy amplio espectro de acción, controlando malezas anuales y perennes, tanto de hoja ancha (dicotiledóneas), gramíneas y ciperáceas, incluyendo todas las consideradas “problema” en caña de azúcar.
2. Disminuye consumo de herbicidas hormonales, por su buen control de dicotiledóneas.
3. Acción más prolongada o duradera que demás herbicidas de postemergencia.
4. Son poco tóxicos al hombre y al medio ambiente.
5. Son poco exigentes a la humedad, siendo efectivos en períodos seco.

#### **Problemas que se han observado y su manejo.**

Posibles síntomas de fitotoxicidad. Los síntomas de fitotoxicidad efímeros (desaparecen entre 45-60 dda) en forma de clorosis o amarillamiento foliar, que a menudo se observan y constituyen una limitante, se pueden minimizar con la correcta dosificación de acuerdo al suelo y evitar detenerse en las cabeceras de los campos. Investigaciones realizadas en cuatro variedades de caña, de ellas dos más susceptibles a isoxaflutol, demostraron, que las aplicaciones de este en caña planta, a las dosis recomendadas, a pesar de que en las 2 variedades susceptibles mostraron síntomas significativos de fitotoxicidad inicialmente, pronto desaparecieron y en la cosecha no hubo diferencia alguna con los respectivos testigos no tratados, pero mantenidos limpios (Rodríguez et al., 2001a). Por otra parte la extensión de los tratamientos en retoños, durante período seco, con dosis superiores de Merlin solo, demanda una correcta programación del momento de aplicación. Para ello se ha establecido en retoños un período de transición, llamado “semi-húmedo, que en las condiciones más generalizadas de Cuba se encuentra entre mediados de abril a mediados de mayo, pero que varía en algunas zonas, en el cual se recomienda aplicar las mezclas de Merlin + ametrina a las mismas dosis que durante período húmedo, o sea, inferiores a las de período seco, y que, correctamente aplicado, sirve de buffer o amortiguación de posible fitotoxicidad.

Sus dosis muy bajas exigen un mayor cuidado con la correcta calibración de los medios de aplicación y dosificación. Para ello se han impartido seminarios anualmente y entregado material divulgativo a todo el personal involucrado de nuevas unidades o fincas y empresas o ingenios, y se han distribuido probetas plásticas de 150 ml e impreso tablas con el equivalente en ml de las recomendaciones de los tratamientos de Merlin para distintos texturas de suelos y combinaciones de tipo de cepa y período de humedad en retoños.

### Porcentaje de áreas enhierbadas por meses en Las Tunas, Programas Bayer CropScience-MINAZ y Tradicional, 2006



**Tabla 6. Rendimientos medios (t/ha) de las 5 primeras unidades o fincas que iniciaron el Programa, Las Tunas**

Unidad/finca	2004	2005*	2006	2007
Frank País	52,1	33,7*	48,3	65,1
Julio Díaz	59,8	39,8*	50,3	64,9
Anacaona	54,7	25,5*	38,0	47,8
San Alberto	35,2	34,6*	40,1	62,3
Guabinallón 4	46,4	13,5*	34,0	66,0
<b>Media</b>	<b>49,6</b>	<b>29,4*</b>	<b>42,1</b>	<b>61,2</b>

\*Lluvia total durante 2004: 407 mm (40 % de la media histórica)

### Comportamiento de los Rendimientos en Las Tunas, 2006 y 2007 (t/ha)

Empresa	Bayer-MINAZ		Tradicional	
	2006	2007	2006	2007
Jesús Menéndez	44,5	47,7	30,3	32,2
Antonio Guiteras	36,1	43,2	24,7	33,0
Argelia Libre	30,4	36,0	25,3	34,1
Colombia	34,2	39,6	26,4	29,5
Amancio Rodríguez	25,9	33,4	17,0	22,0
Majibacoa	34,5	40,3	24,8	30,4
Provincia	34,3	40,0	24,8	30,2

### Comportamiento de los Rendimientos en los Últimos 3 Años (t/ha) en Santiago de Cuba

Empresa	Bayer-MINAZ			Tradicional		
	2005	2006	2007	2005	2006	2007
A Libre	38.4	44.7	50.8	34.2	37.9	43.8
P Rosales	38.2	41.1	49.3	32.5	34.8	39.4
J A Mella		29.6	36.4		26.5	31.2
Dos Ríos	24.7	22.9	28.3	19.0	23.7	26.3
Chile	23.7	34.8	40.7	23.9	28.5	33.9
Provincia	32.5	35.5	42.4	28.7	29.7	34.4

## Comportamiento de los Rendimientos en Ciego de Ávila, 2006 y 2007 (t/ha)

Empresas	Bayer-MINAZ		Tradicional	
	2006	2007	2006	2007
E. Varona	39,8	42,02	33,7	35,3
Ecuador	37,4	46,4	16,3	23,8
Ciro Redondo	42,6	44,8	34,7	42,1
Provincia	39,9	44,4	28,2	33,7

## Comportamiento de los Rendimientos en Matanzas, 2007 (t/ha)

Empresa	Bayer CropScience	Tradicional	Diferencia
Méjico	36.1	27.3	8.8
Cuba Libre	27.9	27.6	0.3
España Republ.	37.6	24.3	13.3
Esteban Hdez.	23.8	24.6	-0.8
Jesús Rabí	40.3	28.2	12.1
René Fraga	35.5	16.2	19.3
Juan Avila	29.2	19.2	10.0
Mario Muñoz	30.5	18.9	11.6
Total Provincia	35.9	25.3	10.6

## **Principales Deficiencias y Dificultades del Programa**

- El manchoneo después de terminar el efecto del Merlin ha sido un problema generalizado por varias razones: insuficiente disponibilidad y surtido de productos, en parte usados con otros fines, en parte no mezclados como recomendados.
- Mal estado técnico de los medios de aplicación, recogida tarde de los nuevos medios asignados, falta de reparación, asperjadoras nuevas a mediados de abril sin trabajar por falta de tractores.
- Baja productividad media de las asperjadoras.
- Algunos pocos problemas de fitotoxicidad de Merlin por deficiente dosificación de acuerdo a las condiciones climáticas y humedad del suelo, traslape de pases, y deficiente manejo de variedades.
- Deficiente abastecimiento de herbicidas por comercializadoras en pocas provincias.
- Falta de combustible para aplicación de herbicidas en algunas provincias y períodos.
- Deficiencias bastante generalizadas de insumos para aplicaciones, como:
  - Definición de tractores para las asperjadoras.
  - Falta de baterías y bombillos para las aplicaciones nocturnas.
  - Problemas con el abasto de agua.
  - Boquillas que no llegan a tiempo a las Unidades, estando en el País.
- Condiciones de almacenamiento inadecuadas.
- Falta del técnico de herbicidas en algunas unidades/fincas y empresas/ingenios.
- Pobre control de malezas en las guardarrayas o pasillos entre campos.

## **Valoración Económica**

El incremento de rendimiento promedio nacional con el Programa fue estimado por la Dirección de Producción de Caña del MINAZ Nacional en 4,41 toneladas de caña por hectárea en el último año (aplicado en 2006 y cosechado en la zafra del 2007), que representa 1,6 millones de toneladas de caña con valor de 82,9 millones de pesos, de ellos 16,8 en moneda convertible, que equivale a 178000 toneladas de azúcar adicionales, valoradas en 42,7 millones de dólares a 240 USD/t.

Descontados los gastos, el efecto económico neto, sólo en el último año, fue de 37,4 millones de CUP y 8,7 millones de CUC.

## **Impacto Social**

El Programa ha aumentado marcadamente los ingresos y estimulación de los trabajadores y mejorado la situación social general de las unidades de producción cañeras que han aplicado sistemáticamente el mismo, al lograr mayores producciones y beneficios económicos.

## **Impacto Ambiental**

El Programa ha brindado beneficios de salud para los mismos aplicadores y para el medio ambiente al sustituir otros herbicidas más tóxicos para estos, como paraquat (Gramoxone y Doblete) y MSMA, por los herbicidas básicos Merlin y Finale, catalogados según la OMS en el grupo de plaguicidas de menor toxicidad.

## **Consideraciones Finales**

El Programa Bayer CropScience-MINAZ ha demostrado alta eficacia, expresado en amplitud del espectro de acción y en duración del efecto, así como versatilidad en su adaptación a todos los tipos de cepas y condiciones de humedad, en los productos básicos Merlin (isoxaflutol), en preemergencia, y Finale (glufosinato), en postemergencia, en diversas mezclas y dosificaciones, para las más variadas situaciones de malezas, suelos y estadíos de cultivo. Los tratamientos de isoxaflutol han mostrado mayores beneficios en retoños, y dentro de estos las aplicaciones más tempranas en el año, durante período seco. Por otra parte, se ha observado un cambio en la composición de las malezas, aumentando las dicotiledóneas, principalmente bejucos y ciperáceas, y disminuyendo las gramíneas “problema” como *Rottboellia cochinchinensis*, *Panicum maximum* y *Sorghum halepense*, fundamentalmente en las unidades (fincas) con varios años en el Programa.

El Programa ha demostrado significativos incrementos de rendimiento de caña y con consiguientes beneficios económicos, así como significativas reducciones de los niveles de enhierbamiento en las áreas del Programa. Sin embargo, situaciones climáticas de años de intensas sequías, problemas de financiamiento que han afectado la disponibilidad oportuna de los productos y diversos problemas logísticos y humanos han impedido alcanzar una mayor explotación del potencial de esta tecnología. También ha aumentado marcadamente los ingresos y estimulación de los trabajadores y mejorado la situación social de las unidades de producción (fincas) que lo han aplicado varios años, y ha brindado beneficios de salud para los mismos aplicadores y para el medio ambiente al sustituir herbicidas más tóxicos por los básicos del Programa, catalogados según la OMS en el grupo de menor toxicidad.

## LITERATURA CITADA

- Ahrens, W.H. 1994. *Herbicide Handbook*. 7<sup>th</sup> ed., Weed Science Society of America, Champaign, 352p.
- Cruz, M., E. Zayas, L. Rodríguez, J.C. Díaz, A. Quezada, V. Grau, L. Escobar y O. Pi. 2005. Isoxaflutol (Merlin 75 GD) en diferentes condiciones de humedad en los retoños de caña de azúcar de las empresas azucareras de Las Tunas. *Memorias, XVII Congreso ALAM, Varadero*, ISBN 959-7164-74-4.
- Díaz, J.C., F. González, I. García, C. Fernández, M. Sánchez y S. Hernández. 1998. Merlin GD75: nuevo tipo de herbicida de dosis reducida en caña de azúcar. *Cuba & Caña*, 2: 25-30.
- Díaz, J.C., E. Zayas, I. García, S. Hernandez y J.J. Díaz (2001). Isoxaflutol más ametrina o diurón: nuevos tratamientos de dosis reducidas, amplio espectro, efecto recargable y bajo impacto ambiental en caña de azúcar. *Memorias, XV Congreso ALAM, Maracaibo*, p. 201.
- Díaz, J.C., E. Zayas, S. Hernández, J.J. Díaz, A. García, M. Rodríguez, W. González, C. Eire, G. Navarro y L. Rodríguez. 2003. Merlín: un herbicida efectivo en caña de azúcar. *Rev. Cuba & Caña*, 2&3, pp. 5-10.
- Díaz, J.C., L. Rodríguez, E. Zayas y S. Hernández. 2003. Eficacia herbicida de mezclas de Finale (glufosinato de amonio) más glifosato en caña de azúcar. *Memorias, 16 Congreso ALAM, Colima, CDRom.*, 6 p.
- Díaz, J.J., A. Piñero, F. González, P.E. Rodríguez, E. Zayas y J.C. Díaz. 2005. Extensión de isoxaflutol (Merlín GD 75) para el control de malezas en caña de retoño en Matanzas. *Memorias, XVII Congreso ALAM, Varadero*, ISBN 959-7164-74-4.
- Rhone-Poulenc. 1995. RPA 201772: A new class of corn weed control. *Tech. Bull.* 4 p.
- Rodríguez, L., J.C. Díaz y E. Zayas y M. Cruz. 2001a, Tolerancia varietal y nuevas mezclas de Merlin en caña de azúcar. *II Congr. Nac. Ciencia Malezas, La Habana*, pp. 17-19
- Rodríguez, L., J.C. Díaz y E. Zayas, S. Hernández y J.J. Díaz. 2001b. Glufosinato de amonio: nuevo herbicida foliar de amplio espectro y bajo impacto ambiental en caña. *Memorias, XV Congreso de ALAM, Maracaibo*, p. 180.
- Rodríguez, L., J.C. Díaz y E. Zayas. 2003. Eficacia herbicida y tolerancia en caña de azúcar de mezclas de isoxaflutol + metribuzin. *Memorias, 16 Congr. ALAM, Colima, CDRom.*, 6 p.
2004. *Memorias, III Cong. Nac. Cien. Malezas, Habana*, pp. 28-31. ISBN 959-246-123-6.
- Zayas, E., J.C. Díaz, L. Rodriguez, S. Hernandez y J.J. Díaz. 2001. Glufosinato de amonio: nuevo herbicida foliar de amplio espectro y bajo impacto ambiental en caña. *Memorias, XV Congreso de ALAM, Maracaibo*, p. 180.