

**XII CONGRESO DE TECNICOS AZUCAREROS DE CENTROAMERICA Y PANAMA
SAN SALVADOR, EL SALVADOR
22 AL 26 DE JULIO DE 1997**

**ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL
HERBICIDA *SELECT 24 EC* (CLETODIM/CICLOHEXADIONA)
COMO MADURANTE QUIMICO EN EL CULTIVO DE
LA CAÑA DE AZUCAR, BAJO CONDICIONES DE LLUVIAS.
INGENIO QUEBRADA AZUL, SAN CARLOS, COSTA RICA. 1996.**

**ING. AGR. JESUS VARGAS ACOSTA
ING. AGR. JOSE DANIEL SALAZAR**

**ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL HERBICIDA *SELECT 24 EC*
(CLETODIM), COMO MADURANTE QUIMICO EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE
AZUCAR, BAJO CONDICIONES DE LLUVIAS.
INGENIO QUEBRADA AZUL, SAN CARLOS, COSTA RICA. 1996.**

INTRODUCCION

Una de las principales limitantes que presenta el cultivo de la caña de azúcar en la región de San Carlos, es su bajo rendimiento en lo referente a la concentración de sacarosa (kg de azúcar/T.M. de caña). Este factor está directamente relacionado con las altas precipitaciones registradas durante todo el año en la zona, por lo que no existe un periodo bien definido y prolongado de sequía que requiere la planta en la etapa de maduración.

Por esta razón, los programas de investigación en el área de variedades, constantemente están evaluando materiales donde el parámetro productivo de sacarosa es el elemento clave de selección.

Pese a ello, ha resultado muy difícil encontrar esta cualidad azucarera en cientos de clones evaluados para esta zona cañera del país. Debido a lo anterior, ha sido necesario buscar nuevas alternativas tecnológicas que favorezcan la maduración del cultivo. En el año 1992 se pensó en la maduración química como complemento para contrarrestar el efecto climático sobre los bajos rendimientos de sacarosa.

El primer experimento evaluó diferentes dosis de Glifosato y su efecto sobre tres variedades comerciales, donde se encontró buena respuesta de la caña a la aplicación de este madurante (1). A partir de ese año, el área madurada químicamente va en aumento, principalmente en fincas propias de los Ingenios Quebrada Azul y Cutris, y más recientemente en fincas de productores particulares, tanto con Glifosato como con Fluazifop-butil.

La respuesta obtenida con esas aplicaciones es tan significativa que el uso del madurante no solo se concentró para los primeros meses de zafra, sino que se ha prolongado durante la totalidad de la misma, incluyendo periodos con lluvia establecidos.

El presente experimento plantea los siguientes objetivos:

1. Evaluar la respuesta de la caña de azúcar al herbicida *Select 24 EC* como madurante químico.
2. Determinar los efectos del madurante químico en un periodo de lluvia en la región de San Carlos.

MATERIALES Y METODOS

El presente experimento se estableció del 25 de abril al 17 de junio de 1996 en el Ingenio Quebrada Azul, localizado en el distrito de Florencia, cantón de San Carlos, provincia de Alajuela. Ubicado a una altitud de 83 msnm, con una temperatura promedio de 26°C y una precipitación acumulada, durante la evaluación del experimento de 769,2 mm. La variedad evaluada fue Q 96, con 11 meses de edad y en segunda soca. El suelo del Orden Inceptisol.

Se evaluaron seis tratamientos con dos repeticiones (cuadro 1), los cuales se establecieron en áreas comerciales de aproximadamente 7000 m². La aplicación aérea se realizó con un volumen de agua de 10 galones/ha. Se tomaron cuatro muestras por tratamiento las que consistieron en la extracción de ocho tallos molederos por parcela en los periodos siguientes: antes de la aplicación y luego a los 18, 25, 32, 39, 46 y 51 días después de esta. Se analizaron cuatro muestras por tratamiento por el Método de la Prensa Hidráulica (LAICA) para obtener los kg de azúcar/T.M. de caña. A los 51 dda se cosecharon los tratamientos a los cuales se les efectuó tanto el muestreo experimental como el comercial durante su proceso en el ingenio.

A los 45 días después de la cosecha se realizó una evaluación visual del efecto del madurador sobre el rebrote del retoño en las áreas tratadas.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en la investigación de *Select 24EC* como madurante químico en el cultivo de la caña de azúcar. San Carlos, Costa Rica.

TRATAMIENTOS	DOSIS (cc PC/ha)
Testigo sin tratar	
Select 24EC1/	125
Select 24EC	250
Select 24EC	375
Select 24EC	500
Fusilade (testigo del ingenio)	400

1/ A los tratamientos con *Select 24EC* se les adiciona el coadyuvante Triona-Lanzar a una dosis de 5 cc/l de mezcla total.

RESULTADOS Y DISCUSION

1. CONDICIONES CLIMATICAS

La precipitación registrada durante la fase de evaluación del experimento fue el factor de mayor influencia en el comportamiento de la variable kg de azúcar/T.M. de caña en los distintos tratamientos. Como se observa en la figura 1, antes de la aplicación de los tratamientos se dio un periodo aproximado de 30 días sin lluvias, lo cual favoreció para que la variedad Q 96 presentara una buena concentración de azúcar antes del inicio del experimento. Posterior a este periodo y hasta la finalización del estudio la precipitación fue bastante significativa, principalmente en la tercera, cuarta y quinta semana después de la aplicación, lo que sin duda alguna produjo una disminución en el rendimiento industrial de la caña, pasando de valores promedios de todos los tratamientos de 131,2 kg a 101,7 kg de azúcar/T.M. de caña, siendo que el testigo sin tratar fue el más afectado (cuadro 2). La caña de azúcar requiere un periodo de sequía que es fundamental para su proceso de concentración de azúcar en el tallo. Cuando las condiciones de humedad en el suelo se mantienen o se restituyen, la planta continúa su crecimiento y produce hijos, para lo cual requiere desdoblar la sacarosa en los azúcares reductores (glucosa y fructuosa), que aportan la energía necesaria. Este factor es el que provoca bajos rendimientos en zonas como San Carlos, con precipitaciones durante todo el año.

2. RENDIMIENTOS INDUSTRIALES

Este rendimiento se expresa en términos de kg de azúcar/T. M. de caña, pero también involucra otras variables como brix y pureza del jugo, sacarosa y fibra en caña. Como se observa en el cuadro 2 y las figuras 2 y 3 (ver también el anexo), todos los tratamientos produjeron un incremento significativo en el rendimiento industrial respecto al testigo, siendo las dosis de 375 y 500 cc/ha de *Select 24EC* las que presentaron mejor consistencia durante las ocho semanas de evaluación. El *Select 24EC* a esas dosis superaron al testigo de la finca usado comercialmente por el Ingenio Quebrada Azul.

Cuadro 2. Efecto de la aplicación del *Select 24EC* como madurante en caña de azúcar (variedad Q 96) sobre el rendimiento industrial (**kg de azúcar/T.M. de caña**), en San Carlos, Costa Rica. Ingenio Quebrada Azul. 1996.

TRATAMIENTO	0 DDA	18 DDA	25 DDA	32 DDA	39 DDA	46 DDA	51 DDA	PROMEDIO
TESTIGO	126.8	121.3	119.5	112.5	90.6	97.0	92.1	108.6
SELECT 125	126.8	126.6	118.9	116.9	104.4	109.9	95.9	114.2
SELECT 250	126.8	136.1	125.4	118.1	114.9	111.6	99.9	119.0
SELECT 375	126.8	133.9	126.6	122.0	125.7	113.3	109.0	122.5
SELECT 500	126.8	133.1	129.2	125.3	119.7	115.1	107.2	122.4
FUSILADE 400	126.8	136.4	126.7	117.1	116.7	116.9	106.1	121.0
PROMEDIO	126.8	131.2	124.4	118.6	112.0	110.6	101.7	118.0
FECHA	25/04	13/05	20/05	27/05	03/06	10/06	17/06	

Se determinó una disminución apreciable en los kg de azúcar/T.M. de caña en todos los tratamientos evaluados a medida que transcurrieron los días después de la aplicación debido a las condiciones climáticas reportadas (figuras 1 al 7 del anexo). Por esta razón se podría esperar que la época ideal de cosecha a los 32 dda (según las especificaciones para el uso del *Select 24EC* como madurante), se desplace a 39 dda para obtener la mayor diferencia de rendimientos con respecto al

testigo (cuadro 3), aunque se presentó una mayor concentración de sacarosa en la evaluación anterior (32 dda).

En ese mismo cuadro se presenta la comparación de los rendimientos de los tratamientos respecto al testigo en cada una de las evaluaciones, donde se observa un comportamiento creciente conforme se incrementó la dosis de *Select 24EC*. En los primeros 18 días se presentaron las mayores diferencias, en rangos de 5,3 y 15,1 kg de azúcar para el *Select 24EC* a 125 cc/ha y el Fusilade, respectivamente. Una semana después el incremento fue menos marcado, sobresaliendo el *Select 24EC* a 500 cc/ha. Al realizar el muestreo a los 32 dda, las dosis de *Select 24EC* de 500 y 375 cc/ha presentaron variaciones de 12,8 y 9,5 kg de azúcar/T.M. de caña respectivamente, en comparación al testigo. Al realizar esta evaluación, se habían producido lluvias que registraban un acumulado de 448,2 mm durante el periodo de reportado (del 22 abril al 26 de mayo), lo que sin duda alguna esta precipitación provocó pérdidas económicas sustanciales que no es posible preveer.

Cuadro 3. Diferencia en **kg de azúcar/T.M. de caña** del testigo con respecto a los tratamientos en las diferentes fechas de muestreo. Variedad Q 96. Ingenio Quebrada Azul, Costa Rica. 1996.

TRATAMIENTO	18 DDA	25 DDA	32 DDA	39 DDA	46 DDA	51 DDA	PROMEDIO
TESTIGO-SELECT 125	5.3	-0.6	4.4	13.8	12.9	3.8	6.6
TESTIGO-SELECT 250	14.8	5.9	5.6	24.3	14.6	7.8	12.2
TESTIGO-SELECT 375	12.6	7.1	9.5	35.1	16.3	16.9	16.3
TESTIGO-SELECT 500	11.8	9.7	12.8	29.1	18.1	15.1	16.1
TESTIGO-FUSILADE 400	15.1	7.2	4.6	26.1	19.9	14.0	14.5
PROMEDIO	11.9	5.9	7.4	25.7	16.4	11.5	13.1

En el cuadro 4 se observa que en promedio todos los tratamientos perdieron 17,6 kg de azúcar/T.M. de caña cuando se cosechó a los 51 dda y no a los 32 días. Los tratamientos que más

perdieron fueron el testigo y el *Select 24EC* a la dosis de 125 cc/ha (20,4 y 21,0 kg respectivamente), lo que podría indicar que este producto a esa dosis actúa de manera deficiente.

Cuadro 4. Pérdidas en kg de azúcar/T.M. de caña como consecuencia de la cosecha a los 51 dda con respecto al periodo ideal programado para la cosecha (32 dda). Ingenio Quebrada Azul. 1996.

TRATAMIENTOS	DIFERENCIA KG DE AZUCAR/TM DE CAÑA
TESTIGO	20.4
SELECT 125 cc/ha	21.0
SELECT 250 cc/ha	18.2
SELECT 375 cc/ha	16.7
SELECT 500 cc/ha	18.1
FUSILADE	11.0
PROMEDIO	17.6

En el cuadro 5, se observan los resultados de la cosecha del experimento, donde se comparan el rendimiento industrial de la muestra experimental y la muestra comercial (tomada en el ingenio) de los diferentes tratamientos. En el mismo se nota que el mejor tratamiento y que presentó mayor consistencia fue el de 375 cc/ha de *Select 24EC* (figuras 4 y 5). Si bien el periodo programa para cosechar, con productos gramínicidas como el evaluado, es a las cuatro semanas, estos valores obtenidos tres semanas después son de gran interés ya que permiten conocer el efecto del producto durante un periodo de altas precipitaciones (representativas de las condiciones al inicio o al final de la zafra), así como el comportamiento del cultivo.

Cuadro 5. Comparación del rendimiento industrial entre el muestreo experimental y el comercial a los 51 dda. Ingenio Quebrada Azul. 1996.

TRATAMIENTOS	EXPERIMENTAL	COMERCIAL	DIFERENCIA (COM-EXP)
TESTIGO	92.1	86.4	-5.7
SELECT 125 cc/ha	95.9	101.5	5.6
SELECT 250 cc/ha	99.9	107.3	7.4
SELECT 375 cc/ha	109.0	109.6	0.6
SELECT 500 cc/ha	107.2	101.6	-5.6
FUSILADE	106.1	103.2	-2.9
PROMEDIO	101.7	101.6	-0.1

3. ALTURA DEL CORTE

Es conocido que cuando se usan madurantes, se puede cortar el tallo a una mayor altura que cuando no se aplica, ya que en los entrenudos próximos al cogollo verdadero (tercio superior del tallo) se incrementa apreciablemente el contenido de sacarosa. Se ha demostrado que con una buena aplicación se puede realizar el corte superior sin dejar tallo adherido al cogollo o dejar dos entrenudos si el efecto de la aplicación no tuvo buena respuesta. Por otro lado, cuando no se aplica madurante es necesario descogollar con cinco entrenudos adheridos al cogollo, esto equivale a dejar 17 T.M. de caña en el campo. Los dos casos señalados anteriormente (al usar madurante), permitió aprovechar entre 11 y 17 toneladas adicionales de caña/ha lo que compensa los resultados agronómicos (T.M. caña/ha) al darse una disminución del crecimiento por efecto del madurante (2).

Los resultados obtenidos en este experimento demuestran que es factible realizar un despunte alto en la variedad Q 96, la cual presenta condiciones favorables para ello, como lo son el despaje, el alto potencial azucarero y la buena respuesta a los madurantes.

4. RESULTADOS ECONOMICOS

Para obtener el beneficio económico de la aplicación es fundamental considerar los incrementos de azúcar a las diferentes dosis de madurante, respecto al testigo. En el caso del uso del glifosato, se reporta que un incremento de 1,5 kg de azúcar/T.M. de caña es suficiente para cubrir los costos de la aplicación. En este experimento, el testigo fue ampliamente superado por los tratamientos, principalmente el *Select 24EC* a las dosis de 375 y 500 cc/ha y el Fusilade a 400 cc/ha.

En el cuadro 6 se presentan los costos de la aplicación para cada tratamiento, en donde el más caro fue el *Select 24EC* a 500 cc/ha (\$38,9/ha) y el más barato el *Select 24EC* a 125 cc/ha (\$18,0/ha).

Cuadro 6. Costos por hectárea (\$) de la aplicación de los productos a las diferentes dosis evaluadas. Ingenio Quebrada Azul. 1996.

TRATAMIENTO	DOSIS (cc PC / ha)	COSTO DEL MADURANTE (\$/ha)	COSTO DEL COADYUVANTE (\$/ha)	COSTO DE LA APLICACION AEREA (\$/ha)	COSTO TOTAL (\$/ha)
TESTIGO	0	0	0	0	0
SELECT	125	6.9	0.6	10.5	18.0
SELECT	250	13.9	0.6	10.5	25.0
SELECT	375	20.8	0.6	10.5	31.9
SELECT	500	27.8	0.6	10.5	38.9
FUSILADE	400	11.1	0	10.5	21.6

US\$1=¢220

Select 24EC = \$55,5 / 1

Fusilade = \$27,7 / 1

Triona-Lanzar = \$3,3 / 1

El beneficio adicional obtenido, respecto al testigo, fue bastante significativo, lo que se observa en el cuadro 7 al analizar las evaluaciones en dos fechas diferentes (32 y 51 dda) y en dos modalidades de muestreo industrial (experimental y comercial). A los 32 dda el tratamiento con *Select 24EC* a una dosis de 500 cc/ha produjo \$176,3/ha más que el testigo, mientras que las otras dosis de este producto generaron adicionalmente entre \$56,4 y \$128,1/ha. Por otra parte, el Fusilade a 400 cc/ha produjo un incremento de \$56,0/ha. Al momento de la cosecha (53 dda), las diferencias económicas respecto al testigo fueron más marcadas, oscilando entre \$217,1 y \$358,5/ha. El mejor tratamiento fue el *Select 24EC* a 375 cc/ha. Si bien ese incremento fue superior en este periodo de muestreo, es necesario aclarar que se dejó de percibir un mayor beneficio absoluto, al esperar tres semanas más para la cosecha debido al comportamiento climático.

Cuadro 7. Beneficio adicional por hectárea (\$) de los tratamientos respecto al testigo a los 32 y 51 dda (muestreo experimental) y a la cosecha (muestreo comercial).

TRATAMIENTO	32 DDA	51 DDA	COSECHA
SELECT 125	56.4	46.0	236.2
SELECT 250	69.4	106.2	327.0
SELECT 375	128.1	252.9	358.5
SELECT 500	176.3	215.5	217.1
FUSILADE	56.0	214.4	260.8
PROMEDIO	97.2	167.0	279.9

Estimado de 80 T.M. de caña/ha

US\$1=¢220

Precio=\$0,2104/kg de azúcar

5. EFECTO EN EL REBROTE DEL CULTIVO

En las observaciones posteriores a la cosecha (45 días después) no se observó ningún síntoma del efecto del herbicida sobre el cultivo. Los efectos que se esperan observar cuando el producto produce alguna fitotoxemia, ya sea por su acción, dosis altas o errores en la aplicación, son: ausencia o mal rebrote, albinismo en las hojas y lento crecimiento.

CONCLUSIONES

1. Se encontró un incremento significativo en el rendimiento industrial, expresado como kg de azúcar/T.M. de caña, de todos los tratamientos con respecto al testigo, por lo que se deduce que la variedad Q 96 presentó una respuesta positiva a la aplicación del madurante.
2. Se determinó una disminución apreciable en el rendimiento industrial en todos los tratamientos, a medida que transcurrían los días después de la aplicación debido a efectos del clima.
3. Por las condiciones climáticas presentes durante el experimento y su relación directa con el comportamiento del cultivo, la época de cosecha, con el objeto de aprovechar los mejores rendimientos en sacarosa, puede ser definida a los 32 dda.
4. En las condiciones prevalecientes del experimento, cosechar posteriormente a ese periodo representa una pérdida importante en los rendimientos de sacarosa.
5. La dosis de 375 cc/ha de *Select 24EC* mostro mejor consistencia en el rendimiento de azúcar durante ocho semanas de evaluación, lo que se reflejó en el beneficio económico, si bien a los 32 dda el mejor tratamiento fue el de *Select 24EC* a 500 cc/ha.
6. No se observó efectos negativos en los rebrote de la caña de azúcar después de la cosecha en ningún tratamiento.
7. Se demostró que los madurantes para la región de San Carlos, se constituyen en una herramienta tecnológica importantes para contrarrestar los bajos rendimientos de azúcar, producto de la alta precipitación durante la zafra, por lo que técnicamente, se pueden aplicar durante todo el periodo de cosecha.
8. Uno de los factores que se favorecen con la aplicación del madurante es la altura del corte de los tallos durante la cosecha, ya que se puede recolectar un mayor volúmen de caña y azúcar.

LITERATURA CITADA

1. SALAZAR, J. D.; AGUILAR, F.; VARGAS, J. 1993. Efecto de cinco dosis de Glifosato aplicado como madurador químico, sobre la calidad industrial de tres variedades de caña de azúcar en Quebrada Azul de San Carlos, Alajuela. *En IX Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. Volúmen II-(1). San José, Costa Rica. Colegio de Ingenieros Agrónomos. p 63.*
2. VILLEGAS T., F.; TORRES, J. 1993. El madurante y la producción. CENICAÑA. Serie Divulgativa N°02. Mayo-1993. 4 p.