

**MADURADORES EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR, SU EFECTO EN TRES ZAFRAS EN CUBA**  
***MATURATORS IN THE CULTIVATION OF THE SUGAR CANE, THEIR EFFECT IN THREE ZAFRAS IN CUBA***

**Autores:** Eulalia Ojeda Hernández<sup>1</sup>

Ricardo González Rodríguez<sup>1</sup>

Alexis Martín Iglesia<sup>2</sup>

Ramiro Castillo León<sup>1</sup>

**Institución:** <sup>1</sup>Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA)

<sup>2</sup> Empresa Azucarera de Ciego de Ávila.

**Correo electrónico:** [eulalia.ojeda@epica.azcuba.cu](mailto:eulalia.ojeda@epica.azcuba.cu)

**RESUMEN**

Durante las zafras 2013-2014, 2014-2015 y 2015-2016 se aplicaron maduradores en el cultivo de la caña de azúcar en áreas a moler en diciembre y enero, las cuales se cosecharon hasta el mes de febrero, en el momento de la cosecha se analizó la calidad del jugo (brix en jugo, porcentaje de pol en caña, pureza del jugo, porcentaje de fibra, porcentaje del recobrado de pol en caña, incremento de las toneladas del recobrado de pol en caña azúcar /ha). Se analizaron los factores tipo de madurador, familia de variedades por su maduración y tipo de suelo. El procesamiento estadístico se realizó a través de análisis de varianza según arreglo factorial, para cada una de las variables en estudio en cada zafra. Al analizar el incremento de la calidad de la materia prima, el madurador FitoMas M resultó ser superior, con respecto a Arrow y Glyphosate-Finale, en cuanto a las familias por variedades es inferior en las de maduración tardía con respecto a las familias de variedades de maduración temprana y media, en la cepa es inferior en las primaveras del año y en cuanto al tipo de suelo es superior en el Ferralitizado cálcico y el Fersialitizado cálcico.

**Palabras clave:** Maduradores, Cepa, Variedad, Suelo, Cuba.

## ABSTRACT

During the 2013-2014, 2014-2015 and 2015-2016 harvests soakers were applied in the cultivation of sugar cane areas to grind in December and January, which are harvested until February, at the time of harvest juice quality (brix in juice, percentage of pol in cane juice purity, fiber percentage, percentage of recovered pol in cane, increased tons of sugar recovered from pol / ha cane) was analyzed. the type of soaker factors, family ripening varieties and soil type were analyzed. Statistical processing was performed using analysis of variance according factorial arrangement, for each of the variables studied in each harvest. In analyzing the increase of the quality of the raw material, Fitomás ripener M was superior with respect to Arrow and Glyphosate-Finale, as families by varieties is lower in late maturing over families varieties early and medium ripening on the vine is lower in the spring of the year and the type of soil is higher in calcium and calcium Fersialitizado Ferralitizado.

**Keywords:** Soakers, Strain, Variety, Soil, Cuba.

## INTRODUCCIÓN

El proceso de maduración del cultivo de la caña de azúcar en los momentos actuales está afectada por los cambios climáticos que se han venido manifestando, por tales razones se hace necesario aplicar productos u otros medidas fitotécnicas que favorezcan el incremento de la calidad de la materia prima y el proceso de maduración.

Algunos autores refieren la humedad del suelo, el nitrógeno y la temperatura ambiental entre otros, como factores naturales y agronómicos que limitan la maduración natural de la caña de azúcar y que son difíciles de controlar (Bertsch, 1998 y Sáenz Soto, 2004).

Durante la fase de maduración, la inducción de «estrés» suaves o moderados de origen hídrico, nutricional y el tratamiento con maduradores, promueven la acumulación de sacarosa. Cuando se pueden manipular la fertilización nitrogenada y la humedad mediante el riego, se está en una excelente posición para mejorar la maduración; varios autores coinciden en que el aumento de nitrógeno provoca una disminución en el contenido de sacarosa. La edad de maduración puede desplazarse con la relación de los niveles de N/K<sub>2</sub>O

en la planta, es decir a mayor contenido de nitrógeno la maduración se retrasa. En condiciones de secano, como la mayor parte de las cañas en Cuba, no existe la posibilidad de regular la humedad manejando el N y K<sub>2</sub>O, la época óptima de maduración depende de factores fortuitos (Domingo, 1995; Cox, 1996; Villegas, y Arcila, 2003).

Actualmente la aplicación de diferentes maduradores en las plantaciones cañeras en muchos países constituye una alternativa importante para el manejo en pre-cosecha y su utilización se optimizaría, si fuera aplicada en áreas que recibieron un manejo cultural adecuado y favorable, lo que permitiría una mejor expresión del potencial azucarero del cultivo. El empleo de maduradores en caña de azúcar en la etapa de inicio de zafra, es necesario por los cambios climáticos que se están presentando en estos meses.

El FitoMas M, es un madurador obtenido por especialistas del Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) es de origen natural y su impacto ecológico resulta positivo (Cibercuba, 2015)

El presente trabajo tiene como objetivo caracterizar, en condiciones de producción, la respuesta de tres maduradores en el cultivo de la caña de azúcar en Cuba en los meses de diciembre, enero y febrero en la zafra 2013/2014, 2014/2015 y 2015-2016 por familia de variedades por su madurez y el tipo de suelo.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Durante las zafras 2013-2014, 2014-2015 y 2015-2016 en cuatro ingenios azucareros (Enrique Varona, Ecuador, Ciro Redondo y Primero de Enero), de la provincia de Ciego de Ávila en Cuba, se aplicaron maduradores en el cultivo de la caña de azúcar en áreas a moler en diciembre y enero, las cuales se cosecharon hasta el mes de febrero.

En la zafra 2013-2014 se aplicó maduradores a 6048 ha, en 2014-2015 a 7619 ha y 2015-2016 a 6389 ha y rendimiento agrícola por encima de las 35 t de caña// ha. Los maduradores aplicados fueron: Arrow (0.275 L/ha), Glyphosate+ Finale (0.3+0.3 L/ha) y FitoMas M (4.5 L/ha). Se consideró las siguientes familias de variedades por su maduración: maduración temprana la CP52-43, C1051-73 y C87-51; maduración media la C137-81, C86-503, C86-12, C120-78

y C86-56; maduración tardía la C86-156, C90-316, C90-317, C92-325, C323-68 y Ty70-17. Los tipo de suelo presentes según la caracterización agroductiva según Arcia y col. (2014) son los siguientes: Gleyzado sialitizado, Gleyzado ferralitizados, Aluviales, Ferralitizado cálcico y Fersialitizado cálcico.

En el momento de la cosecha se analizó la calidad del jugo considerando las variables brix en jugo (% de sólidos disueltos en el jugo por el método refractométrico), porcentaje de pol en caña (% de azúcares ópticamente activos por polarimetría), porcentaje de pureza del jugo (relación % de pol en jugo/°Brix x100), porcentaje de fibra (% de fibras determinadas por el método de la prensa) y porcentaje del recobrado de pol en caña ( $RPC=(1.5*\%Pol*(1-(\%Fibra+6.5)/100))-(0.5*^{\circ}Brix*(1-(\%Fibra+3)/100))$ ), tomando cinco muestras de un metro lineal al azar por campo. Para tener una valoración económica en cada caso se determinó el incremento de las toneladas del recobrado de pol en caña azúcar /ha con la aplicación de los maduradores con respecto a la no aplicación de maduradores considerando el tipo de madurador, la familia de variedades por su maduración, tipo de suelo y cepa.

El procesamiento estadístico se realizó con la comprobación desde el punto de vista biométrico en cuanto al cumplimiento de los supuestos exigidos por el análisis de varianza (normalidad y homogeneidad de varianzas), y no se precisó de transformación alguna. Se efectuó análisis de varianza según arreglo factorial, con cuarenta bloques (repeticiones) al azar con cinco muestras cada una, para cada una de las variables en estudio. En los casos que se presentaron diferencias significativas ( $p\leq 0.05$ ), para la comparación entre las medias se realizó una prueba de rango múltiple de Tukey ( $p\leq 0.05$ ) a través del programa automatizado SPSS versión 17.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto al tipo de madurador aplicado en las tres zafras (Cuadro 1), se destaca la respuesta de este cultivo ante éstos en los meses de inicio de zafra en ambos períodos analizados, en este caso FitoMas M supera significativamente al Arrow y Glyphosate-Finale en el incremento de la calidad de la materia prima expresada en brix en jugo, porcentaje de pol en caña y porcentaje del recobrado de pol en caña, sin embargo no se presentan

diferencias entre el Arrow y Glyphosate-Finale. Estas sustancias capaces de ocasionar cambios fisiológicos en la planta, induciendo la acumulación de azúcares, sin afectar la producción, con mayor respuesta en el madurador caracterizado por ser un regulador del crecimiento (FitoMas M), con respecto a los caracterizados por ser herbicidas sistémicos (Arrow, Glyphosate-Finale.). Las variables pureza de los jugos y porcentaje de fibra no presentan en estos casos variaciones significativas con la aplicación de estos maduradores.

Zafra	Indicador	Arrow	Sig	Glyphosate+ Finale	Sig	FitoMas M	Sig	Sx	CV
2013/2014	Brix	18.05	b	18.53	b	19.36	a	1.14	6.11
	Pol (%)	17.06	b	17.19	b	18.57	a	1.09	6.19
	Pza (%)	89.51	ns	88.05	ns	89.22	ns	2.52	2.83
	Fibra (%)	14.34	ns	14.23	ns	14.78	ns	2.83	19.58
	RPC (%)	12.38	b	12.52	b	13.56	a	0.83	6.47
2014/2015	Brix	19.24	ab	18.96	b	19.63	a	1.18	6.33
	Pol (%)	17.42	b	17.07	b	17.98	a	1.11	6.54
	Pza (%)	90.78	ns	90.08	ns	91.01	ns	2.73	3.24
	Fibra (%)	14.80	ns	14.18	ns	14.91	ns	2.89	10.89
	RPC (%)	12.84	b	12.70	b	14.10	a	0.86	7.07
2015/2016	Brix	17.60	b	NA		18.75	a	1.16	7.03
	Pol (%)	15.29	b	NA		16.62	a	1.25	8.82
	Pza (%)	86.65	b	NA		86.61	ns	1.95	2.83
	Fibra (%)	15.20	b	NA		15.31	ns	1.17	14.81
	RPC (%)	10.77	b	NA		12.30	a	1.05	5.39

NA. No aplicado en zafra 2015-2016.

*Cuadro 1: Comportamiento de los indicadores de la calidad del jugo determinados en el momento de la cosecha para cada uno de los maduradores empleados en las tres zafras.*

En el cuadro 2 se presentan los resultados por familias de variedades por su maduración en las tres zafras para conocer las tendencias, pues se incluyen todas las muestras, donde varían las edades y momentos de evaluación. En las tres zafras el grupo de variedades que integra la familia de maduración media

con la aplicación de maduradores presentan incrementos en la calidad de la materia prima (brix en jugo, porcentaje de pol en caña y porcentaje del recobrado de pol en caña) con respecto a la familia de maduración tardía, similares resultados se presentan en la familia de madurez temprana y media. Las variables pureza de los jugos y porcentaje de fibra no presentan en estos casos variaciones significativas entre las familias de variedades con la aplicación de estos maduradores. Las variedades de caña de azúcar se diferencian en su potencial genético en los principales componentes del rendimiento agrícola e industrial, por tales razones su eficiencia ante los maduradores varían.

Zafra	Indicador	Maduración. Temprana	Sig	Maduración. Media	Sig	Maduración. Tardía	Sig	Sx	C
2013/2014	Brix	18.88	ab	19.71	a	18.02	b	0.82	4.
	Pol (%)	17.34	ab	18.15	a	16.85	b	0.93	5.
	Pza (%)	90.24	ns	92.59	ns	90.09	ns	1.11	1.
	Fibra (%)	14.48	ns	14.22	ns	14.1	ns	1.21	8.
	RPC (%)	12.45	b	13.08	a	12.05	b	0.87	6.
2014/2015	Brix	19.67	ab	20.02	a	19.40	b	0.80	4.
	Pol (%)	17.84	ab	18.42	a	17.53	b	0.93	5.
	Pza (%)	90.74	ns	94.04	ns	91.66	ns	1.09	3.
	Fibra (%)	14.98	ns	15.11	ns	14.80	ns	1.21	8.
	RPC (%)	12.95	ab	13.47	a	12.21	b	0.88	6.
2015/2016	Brix	18.02	a	18.30	a	15.38	b	0.47	2.
	Pol (%)	16.51	a	16.84	a	12.81	b	0.54	3.
	Pza (%)	91.65	a	91.97	a	83.22	b	1.36	1.
	Fibra (%)	15.18	ns	14.83	ns	15.08	ns	0.73	4.
	RPC (%)	12.03	b	12.36	a	8.77	c	0.46	4.

Cuadro 2: Comportamiento de los maduradores por familias de variedades y su maduración.

En los casos estudiados, la respuesta a la aplicación de maduradores en este cultivo difiere en función del tipo de suelo en ambas zafras en incrementos en la calidad de la materia prima (Cuadro 3). Los incrementos son superiores en los Ferralitizados cálcicos y Fersialitizados cálcicos, debido entre otras causas

por su proceso de formación pues en el primero es la ferralitización, con una velocidad de infiltración del agua ligeramente rápida a excesiva, drenaje superficial e interno bueno, en el caso de los Fersialitizados cálcicos su proceso de formación es la fersialitización, con buen drenaje (superficial e interno), sin embargo los Gleyzados sialitizado y Gleyzados ferralitizados se caracterizan por presentar depósitos muy arcillosos y mal drenaje superficial e interno, los Aluviales no poseen un proceso de formación definido, reciben la influencia de los ríos al desbordarse, su topografía es llana, y a veces con suaves ondulaciones.

Zafra	Indicador	Gs	Sig	Gf	Sig	Alv	Sig	Ferr c	Sig	Fers c	Sig	Sx
2013/2014	Brix	18.53	b	18.72	b	18.96	b	18.59	b	19.95	a	0.82
	Pol (%)	16.86	b	16.74	b	16.75	b	17.68	a	18.61	a	0.96
	Pza (%)	89.86	ns	89.85	ns	92.89	ns	90.3	ns	89.86	ns	2.6
	Fibra (%)	13.97	ns	13.96	ns	14.37	ns	14.06	ns	13.97	ns	1.72
	RPC (%)	12.09	b	11.89	b	11.9	b	12.89	a	13.05	a	0.8
2014/2015	Brix	18.52	b	18.31	a	18.95	ab	19.51	a	19.56	a	0.85
	Pol (%)	17.73	b	17.53	a	17.53	b	17.73	b	17.63	b	0.97
	Pza (%)	90.27	ns	90.64	ns	90.34	ns	90.84	ns	90.37	ns	2.60
	Fibra (%)	14.95	ns	14.75	ns	14.75	ns	14.95	ns	14.8	ns	1.72
	RPC (%)	12.88	b	12.37	b	12.68	b	13.88	a	13.76	a	0.81
2016/2016	Brix	15.17	c	18.47	a	17.09	b	18.61	a	18.61	a	1.44
	Pol (%)	12.59	c	16.83	a	14.53	b	16.45	a	16.90	a	1.78
	Pza (%)	88.36	ns	91.12	ns	88.90	ns	85.11	ns	90.06	ns	2.75
	Fibra (%)	14.39	b	14.54	b	15.11	ab	15.60	a	15.55	a	0.82
	RPC (%)	10.02	c	11.68	b	8.59	a	12.32	a	12.18	a	1.54

Cuadro 3: Resultados en los suelos Gleyzado sialitizado, Gleyzado ferralitizados, Aluviales, Ferralitizado cálcico y Fersialitizado cálcico.

Gs: Gleyzado sialitizado, Gf: Gleyzado ferralitizados, Alv: Aluviales, Ferr c: Ferralitizado cálcico y Fers c: Fersialitizado cálcico.

El incremento de las toneladas del recobrado de pol en caña azúcar /ha con la aplicación de los maduradores permite conocer la eficiencia de la aplicación de los maduradores, en cuanto al producto empleado se destaca el FitoMas M. En la familia de variedades las caracterizadas por su maduración intermedia, las cepas de ciclo largo y en los tipos de suelos el Ferralitizado cálcico (Cuadro 4).

Concepto	Tratamientos	2013/2014	2014/2015	2015/2016
Madurador	Arrow	0.34	0.82	0.78
	Gliphosate+ Finale	0.33	0.73	
	FitoMas M	0.66	0.99	0.97
Familia de variedades	Maduración Temprana	0.45	0.85	0.87
	Maduración Media	0.66	0.96	0.95
	Maduración Tardía	0.21	0.25	0.23
Concepto	Tratamientos	2013/2014	2014/2015	2015/2016
Cepa	Primavera Quedada	0.51	1.19	1.08
	Retoño Quedado	0.40	0.98	0.95
	Soca	0.37	0.88	0.83
	Retoño	0.32	0.71	0.69
	Primavera del año	0.22	0.38	0.29
Tipo de suelo	Gleyzado sialitizado	0.33	0.47	0.52
	Gleyzado ferralitizados	0.38	0.42	0.51
	Aluviales	0.39	0.43	0.47
	Ferralitizado cálcico	0.71	0.89	0.78
	Fersialitizado cálcico	0.58	0.82	0.71

Cuadro 4: Resultados del incremento de las toneladas del recobrado de pol en caña. azúcar /ha por madurador, familia de variedades, cepa y el tipo de suelo en la zafra 2013/2014 y 2014/2015.



## CONCLUSIONES

El incremento de la calidad de la materia prima en las tres zafras es superior cuando se aplica el madurador FitoMas M con respecto al Arrow y Glifhosate-Finale. En las tres zafras las variedades que integra la familia de maduración media muestran los mayores incrementos en la calidad de la materia prima, los inferiores corresponden a las variedades que integran la familia de maduración tardía. La aplicación de maduradores varía en función del tipo de suelo en los incrementos de la calidad de la materia prima, es superior en los Ferralitizados cálcicos y Fersialitizados cálcicos. En las zafras analizadas el incremento de las toneladas del recobrado de pol en caña azúcar /ha con la aplicación de los maduradores manifiesta su mayor respuesta con el FitoMas M, en la familia de variedades caracterizadas por su maduración intermedia, las cepas de ciclo largo y en los suelos Ferralitizados cálcicos.

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- BERTSCH, F.: *La fertilidad de los suelos y su manejo*, p. 157, San José, Costa Rica, ACCS, 1998.
- CIBERCUBA.: Madurador cubano arroja buenos resultados en México y Uruguay. Disponible en [www.cibercuba.com/noticias/2015/08/05/73624/madurador-cubano-de-cana-arroja-buenos-resultados-en-mexico-y-uruguay](http://www.cibercuba.com/noticias/2015/08/05/73624/madurador-cubano-de-cana-arroja-buenos-resultados-en-mexico-y-uruguay). Visitado el 29 de abril 2016.
- Cox, C.: «Masculinity at Risk», *Journal of Pesticide Reform*, 16 (2):2-7, 1996.
- DOMINGO, R.: *Fisiología de caña de azúcar*, pp, 68-81, Universidad del Estado I Paulista Instituto de Biociencias, Campuus de Botucatu, Brazil, 1995.
- SÁENZ SOTO, J.O.: *Experiencias en la optimización de la maduración inducida en el cultivo de caña de azúcar (Saccharum officinarum L.)* en Guatemala. USAC, p, 59, 2004.
- VILLEGAS, T.F. Y ARCILA A.: *Maduradores en caña de azúcar*, Manual de procedimientos normas para su aplicación, pp. 1-65, Publicaciones Cenicaña, Serie Técnica 32, Cali, Colombia, 2003.