

# **RESPUESTA DE LA CAÑA DE AZÚCAR ANTE DOS MADURANTES DURANTE SEIS ZAFRAS EN INGENIOS DE LA EMPRESA AZUCARERA DE CAMAGÜEY.**

Eugenio García del Risco<sup>1\*</sup>, Ramón Campanioni Márquez<sup>2</sup>, Walfrido Sánchez Dorta<sup>1</sup>, Yoslén Fernández Gálvez<sup>1</sup> e Isabel Torres Varela<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Camagüey  
Carretera de las Mercedes, Florida CP 72810. Teléf. 0053-32-515581

<sup>2</sup>Empresa Azucarera Camagüey. Enrique Villuendas y Puente Caballero Rojo.  
CP 70100 Camagüey, Cuba. Teléf. 0053-32-271998

\*eugenio.garcia@eticacm.azcuba.cu

## **INTRODUCCIÓN.**

Un madurante o madurador es un compuesto orgánico o químico que aplicado en pequeñas cantidades fomenta, inhibe o modifica de alguna forma, procesos fisiológicos de la planta. En la caña de azúcar estos compuestos actúan como reguladores del crecimiento que favorecen la mayor concentración de sacarosa (Arcila, 1986). Para aumentar el contenido de sacarosa y la eficiencia de la cosecha en condiciones adversas, se pueden aplicar distintos productos, no obstante su efectividad depende de factores como el producto utilizado, la dosis, época de aplicación, el suelo, los cultivares tratados y el tiempo transcurrido entre aplicación y cosecha entre otros. (Larrahondo y Villegas, 1995). Las experiencias de varios autores (Buenaventura, 1986), indican que como promedio, para considerar eficiente el uso de un madurador, debe obtenerse un incremento en el contenido de sacarosa de al menos 7 kilogramos por tonelada de caña tratada, valor que puede variar en dependencia de los factores antes mencionados. (Subirós, 2012).

Con el objetivo de realizar una evaluación del empleo de los madurantes FitoMás-M obtenido por ICIDCA, Cuba y Arrow (Cletodine) ADAMA, Israel, se realizó el presente trabajo considerando las últimas seis zafras en ocho ingenios (Unidades Empresariales de Base de Atención a Productores Cañeros, UEB-APA) de la Empresa Azucarera Camagüey.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Para realizar la evaluación se recopiló información en la etapa Septiembre-Febrero de las zafras 2013-14; 2014-2015; 2015-16; 2016-17; 2017-18 y 2018-2019 que comprendió 30533.90 hectáreas cosechadas con madurantes y un volumen de 1375343.47 toneladas de caña de las cuales el 78.25% del área y 78.48 % del volumen de caña corresponden al FitoMás M y el resto al Arrow (Cletodine). Las dosis empleadas fueron de 4.0 L.ha<sup>-1</sup> para el FitoMás-M y 0.275 L.ha<sup>-1</sup> para el Arrow (Cletodine). En todos los casos los madurantes se aplicaron empleando la aviación agrícola.

Se obtuvo información analítica de los laboratorios de los ocho ingenios en que se realizó la evaluación. Las variables obtenidas fueron brix, % de pol en caña, pureza de los jugos, y el contenido de fibra, con lo que se calculó el rendimiento potencial en caña (RPC) (ICIDCA, 2014). Se agruparon los resultados para evaluar el comportamiento de los madurantes por: productos empleados, zafras evaluadas, ingenios, cepas, Agrupamiento Agroproductivo de suelos, cultivares por período de maduración, días transcurridos entre aplicación y cosecha y rangos de rendimiento agrícola de las áreas tratadas. Para determinar el comportamiento ante cada producto se compararon los incrementos del Rendimiento Potencial en Caña (RPC) por hectárea aplicada y de azúcar por tonelada de caña molida, calculada ésta como 90 % del

incremento del Rendimiento Potencial en Caña para cada uno de las agrupaciones realizadas. Los resultados obtenidos fueron procesados estadísticamente, empleando los paquetes INFOSTAT y STATGRAPHICS CENTURION XV, versión en español para Windows. Para la comparación entre productos se empleó una Prueba de t (Student) para muestras independientes. En el resto de los casos se procesaron los datos mediante un diseño en bloques totalmente aleatorizados. En caso de encontrarse significación estadística por el análisis de varianza, (Prueba de F), se empleó una prueba de rangos múltiples de Duncan con 5 % de probabilidad de error para establecer las diferencias entre las medias. Al final se realizó una evaluación económica de los resultados según metodología empleada por González, et al. (2018).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos al comparar ambos madurantes mediante una Prueba de t. (Student). En las variables que miden la efectividad final de estos productos, como toneladas de RPC por área aplicada y el azúcar por tonelada molida no se encontraron diferencias desde el punto de vista estadístico, ambos con incrementos de azúcar por tonelada molida superiores a los 7 kilogramos, considerado como límite establecido por varios autores para considerar efectiva la aplicación de un madurante.

Tabla 1. Comparación de resultados obtenidos con los madurantes FitoMás-M y Arrow (Cletodine) sobre los incrementos de rendimiento potencial (RPC) y azúcar por t molida.

Madurantes	ha cosechadas.	t molidas	t ha <sup>-1</sup>	t RPC ha <sup>-1</sup>	Kg azúc. t <sup>-1</sup>
FitoMás-M	23895.33	1079313.87	45.20	0.41	8.12
Arrow	6638.57	296029.60	44.60	0.36	7.38
Total /medias	30533.90	1375343.47	45.0	0.40	7.96
t calc.				1.263	1.274
Signific.				ns	ns

Cuando se compararon los resultados por cada una de las zafas evaluadas por madurantes, en el caso del FitoMás-M (Tabla 2), se observó que los mayores incrementos de RPC por área aplicada se encontraron en la campaña 2018-2019 superiores desde el punto de vista estadístico al resto de las zafas. En el incremento de azúcar por t molida no hubo diferencias entre campañas.

Tabla 2. Resultados obtenidos con FitoMás-M sobre los incrementos de rendimiento potencial (RPC) y azúcar por t molida por zafras evaluadas.

Zafras	ha cosechadas.	t molidas	t ha <sup>-1</sup>	t RPC ha <sup>-1</sup>	Kg azúcar. t <sup>-1</sup>
2013-2014	5354.53	241389.00	41.22	0.42bc	8.23
2014-2015	5608.52	272213.40	48.56	0.54ab	9.66
2015-2016	5213.71	236257.73	46.24	0.38c	8.01
2016-2017	3573.05	160132.36	40.15	0.30c	7.02
2017-2018	3523.64	138713.90	39.48	0.28c	6.08
2018-2019	621.88	30607.48	51.01	0.59a	10.38
Total /medias	30533.90	1375343.47	43.60	0.40	7.96
Error típico				0.04	0.73
F_calc				5.09	2.81
F_tab(5/886)				3.04	3.04
Signific.				p≤0.01	ns

*Letras distintas indican diferencias significativas (Duncan, p≤ 0.05)*

Con respecto al Arrow (Cletodine) (Tabla 3), se encontraron diferencias (p≤0.01) tanto en el incremento de rendimiento potencial como en azúcar por t molida. En la primera variable los mayores incrementos se obtuvieron en la zafra 2018-2019, superior significativamente (p≤0.01), al resto de las campañas. En azúcar por tonelada molida también la zafra 2018-2019 fue la de mejores resultados, superior a las demás. Ocupando un lugar intermedio estuvo la zafra 2014 la que presentó valores por encima del resto de las campañas las que resultaron similares entre sí. En la zafra 2016-2017 no se evaluaron resultados con este producto.

Tabla 3. Resultados obtenidos con Arrow (Cletodine) sobre los incrementos de rendimiento potencial (RPC) y azúcar por t molida por zafras evaluadas.

Zafras	ha cosechadas	t molidas	t ha <sup>-1</sup>	t RPC ha <sup>-1</sup>	Kg azúcar. t <sup>-1</sup>
2013-2014	1100.56	41094.49	38.67	0.40b	9.02b
2014-2015	2480.85	123072.00	47.08	0.41b	7.81bc
2015-2016	1800.33	79460.61	39.74	0.24b	4.80c
2017-2018	943.68	37520.10	39.89	0.28b	6.52bc
2018-2019	313.15	14882.40	48.44	1.27a	24.38a
Total /medias	6638.57	296029.60	42.74	0.36	7.38
Error típico				0.06	0.99
F_calc				13.05	16.40
F_tab (4/227)				3.41	3.41
Signific.				p≤0.01	p≤0.01

*Letras distintas indican diferencias significativas (Duncan, p≤ 0.05)*

Por ingenios, (Tabla 4), tanto en tonelaje de RPC por hectárea evaluada como en la producción de azúcar, los mejores resultados se obtuvieron en “Brasil” y “Batalla de las Guásimas” superiores estadísticamente al resto. En evaluaciones realizadas en años anteriores en la provincia se obtuvieron resultados similares.

Tabla 4. Resultados obtenidos con FitoMás-M sobre los incrementos de rendimiento potencial (RPC) y azúcar por t molida por ingenios.

Ingenios	ha cosechadas	t molidas	t ha <sup>-1</sup>	t RPC ha <sup>-1</sup>	Kg azúcar. t <sup>-1</sup>
Siboney	4356.09	187498.05	44.82	0.26de	5.29d
Agramonte	1597.18	58878.27	35.93	0.21e	5.15d
Argentina	2395.81	87228.35	34.92	0.21e	5.29d
Batalla	3559.58	164647.13	46.41	0.71b	14.13b
Brasil	4376.44	204567.90	48.37	0.99a	17.22a
Cdo. Glez.	743.37	32195.64	44.02	0.40d	8.40c
Céspedes	4245.82	223824.63	55.28	0.26de	4.36d
Panamá	2621.04	120473.90	45.42	0.49c	9.27c
Total /medias	23895.33	1079313.87	43.83	0.41	8.12
Error típico				0.65	0.74
F_calc				37.02	42.94
F_tab(7/884)				2.66	2.66
Signific.				p≤0.01	p≤0.01

*Letras distintas indican diferencias significativas (Duncan, p<= 0.05)*

Con respecto al Arrow (Cletodine), en la Tabla 5 se encontró igualmente que es el ingenio “Brasil” el que muestra los mayores incrementos ((p≤0.01). En el caso del RPC por área aplicada el segundo lugar lo ocupó “Batalla de las Guásimas” mientras que en azúcar por t molida, fue “Cándido González” el que ocupó el segundo lugar. El resto de los ingenios resultaron inferiores en ambas variables, resultando Argentina y Siboney las de menores incrementos.

Tabla 5. Resultados obtenidos con Arrow (Cletodine) sobre los incrementos de rendimiento potencial (RPC) y azúcar por t molida por ingenios.

Ingenios	ha cosechadas	t molidas	t ha <sup>-1</sup>	t RPC ha <sup>-1</sup>	Kg azúcar. t <sup>-1</sup>
Siboney	1273.53	47891.93	38.98	0.23de	5.62d
Agramonte	516.74	17657.85	32.96	0.29cde	7.37cd
Argentina	1520.85	62719.96	39.11	0.19e	4.20d
Batalla	1175.37	52538.86	50.20	0.55b	10.68c
Brasil	677.31	35758.10	53.80	1.18a	19.79a
Cdo. Glez.	100.81	4144.90	40.48	0.67b	15.59b
Céspedes	775.90	47769.00	60.12	0.51bc	7.35cd
Panamá	598.06	27549.00	46.09	0.47bcd	8.55cd
Total/medias	6638.57	296029.60	42.74	0.36	7.38
Error típico				0.07	1.21
F_calc				12.58	10.57
F_tab(7/224)				2.73	2.73
Signific.				p≤0.01	p≤0.01

*Letras distintas indican diferencias significativas (Duncan, p<= 0.05)*

En la Tabla 6 se muestra el comportamiento de las cepas con las aplicaciones de FitoMás-M. Las primaveras quedadas con edades de 22-24 meses y primaveras del año con 12-13 meses al

momento de la cosecha produjeron los mayores incrementos en el tonelaje de RPC por hectárea aplicada, superiores estadísticamente ( $p \leq 0.01$ ) al resto de las cepas. En la respuesta de la producción de azúcar por t molida no hubo diferencias entre las distintas cepas comparadas. Algunos autores como Larrahondo y Villegas (1995) en Colombia le confieren gran importancia a la edad de las plantaciones al momento de la cosecha, planteando que la recuperación de sacarosa por efecto de los madurantes, depende de la edad, ya que constituye condición indispensable para alcanzar una respuesta fisiológica aceptable.

Tabla 6. Resultados obtenidos con FitoMás-M sobre los incrementos de rendimiento potencial (RPC) y azúcar por t molida por cepas.

Cepas/edades	ha cosechadas	t molidas	t ha <sup>-1</sup>	t RPC ha <sup>-1</sup>	Kg azúcar. t <sup>-1</sup>
Fríos (17-18m)	896.14	55897.60	63.43	0.48bc	6.84
Otras Qued.(+24m )	808.75	36238.84	42.97	0.27c	7.94
Primaveras (12-13m)	16.22	968.47	54.35	0.63ab	6.84
Primav. Qued. (22-24m)	2774.72	202863.88	76.58	0.71a	8.20
Retoños (12-14 m)	12588.93	465002.84	34.98	0.34c	7.96
Retoños Qued (24-26m)	4152.34	201771.06	45.81	0.45c	9.12
Socas (12-13 m)	2658.23	116571.18	42.46	0.33c	6.95
Total /medias	23895.33	1079313.87	45.17	0.41	8.12
Error típico				0.05	0.86
F_calc				7.21	1.03
F_tab(7/224)				2.66	2.66
Signific.				$p \leq 0.01$	ns

*Letras distintas indican diferencias significativas (Duncan,  $p \leq 0.05$ )*

Ante el Arrow (Cletodine), se encontró respuesta solamente en las toneladas de RPC por hectárea aplicada, (Tabla 7), pero en esta ocasión fueron las primaveras del año con 12-13 meses y otras cepas quedadas con más de 24 meses las que tuvieron los mayores incrementos, superiores ( $p \leq 0.01$ ) al resto de las cepas.

Tabla 7. Resultados obtenidos con Arrow (Cletodine) sobre los incrementos de rendimiento potencial (RPC) y azúcar por t molida por cepas.

Cepas/edades	ha cosechadas	t molidas	t ha <sup>-1</sup>	t RPC ha <sup>-1</sup>	Kg azúcar. t <sup>-1</sup>
Fríos (17-18m)	134.77	8538.90	70.32	0.28c	2.86
Otras Qued. (+24m)	238.88	11617.15	46.68	0.67b	12.54
Primaveras (12-13m)	14.50	1205.00	83.10	1.22a	13.23
Primav. Qued. (24-26m)	649.88	47135.80	75.33	0.52bc	6.62
Retoños (12-14 m)	3707.11	141123.49	35.58	0.32c	7.48
Retoños Qued (24-26m)	1147.37	55972.36	43.48	0.48bc	8.46
Socas (12-13 m)	746.06	30436.90	39.04	0.22c	5.71
Total/medias	6638.57	296029.60	42.74	0.36	7.38
Error típico				0.07	1.25
F_calc				3.39	1.97
F_tab(6/224)				2.69	2.69
Signific.				$p \leq 0.01$	ns

*Letras distintas indican diferencias significativas (Duncan,  $p \leq 0.05$ )*

Según Arcila y Villegas (1995), la respuesta de la caña de azúcar a los madurantes, está influenciada en gran medida por el tipo de suelo, especialmente por su capacidad de retención de humedad y la fertilidad, quienes determinan en última instancia el desarrollo y el vigor del cultivo al momento de la aplicación. En las Tablas 8 y 9 se muestran los resultados obtenidos por agrupamientos agroproductivos de suelos (Ascanio y Sulroca, 1986) con ambos madurantes evaluados. Ante el FitoMás-M (Tabla 8), se aprecia que tanto en las toneladas de RPC por área aplicada como en el azúcar producida por tonelada molida, las mayores respuestas se obtienen en los agrupamientos de los Ferralitizados Cálcidos y Ferritizados, continuando en orden el agrupamiento de los Gleyzados Sialitizados, mientras que los Gleyzados Ferralitizados son los de peores resultados. El resto de los grupos presentan una respuesta bastante similar entre sí.

Tabla 8. Resultados obtenidos con FitoMás-M sobre los incrementos de rendimiento potencial (RPC) y azúcar por t molida por agrupamiento agroproductivo de suelos.

Agrup. Agroprod.	ha cosechadas.	t molidas	t ha <sup>-1</sup>	t RPC ha <sup>-1</sup>	Kg azúc. t <sup>-1</sup>
I- Ferralit. Cálcidos	2322.36	101751.86	45.04	1.01a	17.97a
II- Ferritizados	718.87	34756.39	52.26	0.98a	16.57a
III- Ferralit. Cuarcit.	348.45	18746.54	50.77	0.41cd	7.31c
IV- Fersial. Cálcidos.	2856.70	113026.26	40.31	0.30de	6.79cd
V- Sialit. Cálcidos	10240.16	495776.67	45.44	0.35cd	6.53cd
VI- Sialit. no Cálcidos.	3531.97	148655.58	42.32	0.29de	6.00cd
VII- Vertisuelos	3257.89	140050.41	42.79	0.56bc	12.07b
VIII- Gleyz. Sialitiz.	595.80	25881.66	43.89	0.74b	14.60ab
IX- Gleyz. Ferralit.	23.13	668.50	28.97	0.09e	2.70d
Total /medias	23895.33	1079313.87	45.17	0.41	8.12
Error típico				0.05	0.84
F_calc				14.01	17.92
F_tab(8/883)				2.53	2.53
Signific.				p≤0.01	p≤0.01

*Letras distintas indican diferencias significativas (Duncan, p<= 0.05)*

En la Tabla 9, se muestra la respuesta ante el Arrow (Cletodine). En las dos variables consideradas son también en los agrupamientos de los Ferralitizados Cálcidos y los Ferritizados donde se obtienen los mayores incrementos, los que resultaron superiores (p≤0.01) al resto de los grupos. Se destaca que mientras que con FitoMás-M el agrupamiento de los Gleyzados Sialitizados presentó incrementos significativos, en las variables evaluadas, con Arrow no ocurrió así, lo que confirma la respuesta diferenciada a los madurantes por suelos.

Tabla 9. Resultados obtenidos con Arrow (Cletodine) sobre los incrementos de rendimiento potencial (RPC) y azúcar por t molida por Agrupamiento Agroproductivo de suelos.

Agrup. Agroprod.	ha cosechadas	t molidas	t ha <sup>-1</sup>	t RPC ha <sup>-1</sup>	Kg azúc. t <sup>-1</sup>
I- Ferralit. Cálculos	215.13	11250.80	52.53	1.34a	18.99a
II- Ferritizados	333.17	15579.97	50.08	0.97b	18.64a
III- Ferralit. Cuarzit.	84.78	2394.60	27.78	0.22c	7.28b
IV- Fersial. Cálculos.	618.26	26806.09	49.04	0.30c	6.06b
V- Sialit. Cálculos	2700.56	134786.44	48.51	0.42c	7.56b
VI- Sialit. no Cálculos.	1365.40	51702.19	37.62	0.27c	6.30b
VII- Vertisuelos	1162.93	45478.91	34.80	0.26c	6.44b
VIII- Gleyz. Sialitiz.	158.34	8030.60	50.22	0.25c	4.28b
Total /medias	6638.57	296029.60	42.74	0.36	7.38
Error típico				0.05	1.30
F_calc				14.01	4.45
F_tab(7/224)				2.69	2.69
Signific.				p≤0.01	p≤0.01

*Letras distintas indican diferencias significativas (Duncan, p<= 0.05)*

En condiciones de Colombia Villegas y Arcila (2013) y Ojeda et al (2017) en Cuba, encontraron comportamiento diferenciado por distintas cultivares ante los madurantes. Según Hernández (2009) para las condiciones de Guatemala el cultivar es el factor prioritario a tomar en cuenta para el éxito de la práctica de aplicación de madurantes. Ciertas variedades simplemente no responderán al madurante, o lo harán solamente después de que cierto nivel de madurez haya sido alcanzado. En resumen, los madurantes no actuarán a menos que la variedad se encuentre fisiológicamente lista para iniciar su rápido proceso de acumulación de azúcar. Para comprobar estas afirmaciones, se evaluaron 27 cultivares que representan más del 70% de la composición varietal de la provincia y se agruparon por periodo de maduración, obteniéndose los resultados que se presentan en las Tablas 10 y 11, destacándose que con ninguno de los productos se obtienen incrementos ni en las t de RPC por área aplicada ni en azúcar por tonelada molida, aunque se destaca que con el Arrow (Cletodine) (Tabla 11), los cultivares de maduración media no superan los 7 kilogramos de azúcar por tonelada molida propuestos como límite para considerar efectiva la aplicación de los madurantes.

Tabla 10. Resultados obtenidos con FitoMás-M sobre los incrementos de rendimiento potencial (RPC) y azúcar por t molida por periodo de maduración de los cultivares cosechados.

Periodo Maduración	ha cosechadas	t molidas	t ha <sup>-1</sup>	t RPC ha <sup>-1</sup>	Kg azúc. t <sup>-1</sup>
Temprana (16)	18087.67	825079.15	44.62	0.43	8.36
Media (8)	5191.50	227301.00	43.78	0.34	7.15
Tardía (3)	616.16	26933.72	43.71	0.40	9.33
Total	23895.33	1079313.87	45.17	0.41	8.12
Error típico				0.03	0.52
F_calc				1.88	1.82
F_tab(2/889)				4.62	4.62
Signific.				ns	ns

Tabla 11. Resultados obtenidos con Arrow (Cletodine) sobre los incrementos de rendimiento potencial (RPC) y azúcar por t molida por periodo de maduración de los cultivares cosechados.

Periodo Maduración	ha cosechadas	t molidas	t ha <sup>-1</sup>	t RPC ha <sup>-1</sup>	Kg azúcar. t <sup>-1</sup>
Temprana (13)	4821.88	216423.39	44.88	0.39	7.87
Media (3)	1354.73	60848.96	44.92	0.29	5.81
Tardía (5)	461.96	18757.25	40.60	0.32	7.15
Total /medias	6638.57	296029.60	44.59	0.36	7.38
Error típico				0.05	0.84
F_calc				1.19	1.40
F_tab(2/229)				4.66	4.66
Signific.				ns	ns

Según Arcila, 1996, Villegas, 1992 y Buenaventura, 1990, citados por Arcila y Villegas (1995), el tiempo que debe transcurrir entre la aplicación del madurante y la cosecha es variable dependiendo del producto empleado entre otros factores. Para las condiciones de Colombia el tiempo óptimo de cosecha se encuentra entre 6 y 12 semanas (42-72 días) después de la aplicación. En Cuba muchos resultados coinciden en que para el FitoMás-M los mejores resultados se obtienen a partir de los 45 días.

Cuando se evaluó la repuesta de los madurantes según los días transcurridos entre aplicación y cosecha con FitoMás-M (Tabla 12), se obtuvo que tanto en incrementos de RPC como de azúcar, el mejor resultado fue obtenido a partir de los 60 días de la aplicación del madurante ( $p \leq 0.01$ ).

Tabla 12. Resultados obtenidos con FitoMás-M sobre los incrementos de rendimiento potencial (RPC) y azúcar por t molida por días transcurridos entre aplicación y cosecha

Días aplicación/cosecha	ha cosechadas	t molidas	t ha <sup>-1</sup>	t RPC ha <sup>-1</sup>	Kg azúcar. t <sup>-1</sup>
Menos de 45 días	8629.72	407830.88	47.26	0.40b	7.69b
45-60 días	9486.97	406175.42	42.81	0.34b	7.17b
Más de 60 días	5778.64	265307.57	45.91	0.56a	10.84a
Total/medias	23895.33	1079313.87	45.17	0.41	8.12
Error típico				0.04	0.57
F_calc				9.61	10.68
F_tab(2/889)				4.62	4.62
Signific.				$p \leq 0.01$	$p \leq 0.01$

*Letras distintas indican diferencias significativas (Duncan,  $p \leq 0.05$ )*

Para el caso del Arrow (Tabla 13) la misma respuesta ( $p \leq 0.01$ ), se obtiene cuando la cosecha se realiza a partir de los 45 días de la aplicación del madurante.



Tabla 13. Resultados obtenidos con Arrow (Cletodine) sobre los incrementos de rendimiento potencial (RPC) y azúcar por t molida por días transcurridos entre aplicación y cosecha.

Días aplicac/cosecha	ha cosechadas	t molidas	t ha <sup>-1</sup>	t RPC ha <sup>-1</sup>	Kg azúcar. t <sup>-1</sup>
Menos de 45 días	4378.98	191693.43	43.78	0.30b	6.24b
45-60 días	1690.18	82864.22	49.03	0.57a	10.49a
Más de 60 días	569.41	21471.95	37.71	0.54a	13.19a
Total/medias	6638.57	296029.60	44.59	0.36	7.38
Error típico				0.08	1.32
F_calc				8.55	9.56
F_tab(2/229)				4.66	4.66
Signific.				p≤0.01	p≤0.01

*Letras distintas indican diferencias significativas (Duncan, p<= 0.05)*

Como criterio importante para la toma de decisiones y decidir qué áreas priorizar al momento de aplicar los madurantes, se agruparon los resultados obtenidos por rangos de rendimiento del área cosechada. Para ambos productos (Tablas 14 y 15), existe relación directamente proporcional ( $p \leq 0.01$ ) entre los rendimientos y los incrementos de RPC por hectárea aplicada. Al aplicar un análisis de regresión entre ambas variables, se obtuvo para FitoMás-M la ecuación que se presenta en la Figura 1. Cuando los rendimientos están por debajo de las 30 toneladas por hectárea los incrementos de RPC, resultan muy inferiores ( $p \leq 0.01$ ) al compararlos con el resto de los rangos y muy por debajo de la media obtenida a nivel de todos los ingenios comparados. Igualmente sucede con el azúcar producido por tonelada molida que cuando el rendimiento está por debajo de 30 toneladas, es inferior al incremento óptimo para considerar eficiente la aplicación de un madurante.

Tabla 14. Resultados obtenidos con FitoMás-M sobre los incrementos de rendimiento potencial (RPC) y azúcar por t molida por rangos de rendimiento de la caña cosechada.

Rangos de Rdto. (t ha <sup>-1</sup> )	ha cosechadas	t molidas	t ha <sup>-1</sup>	t RPC ha <sup>-1</sup>	Kg azúcar. t <sup>-1</sup>
Menos de 30	4230.82	103773.86	23.08	0.17d	6.42
De 30 a 50	12870.40	510150.60	38.73	0.36c	8.39
De 50 a 70	4310.09	257347.75	59.67	0.58b	8.80
Más de 70	2484.02	208041.66	84.68	0.83a	8.84
Total/medias	23895.33	1079313.87	43.83	0.41	8.12
Error típico				0.04	0.60
F_calc.				37.83	2.71
F_tab(3/888)				3.80	3.80
Signific.				p≤0.01	ns

*Letras distintas indican diferencias significativas (Duncan, p<= 0.05)*

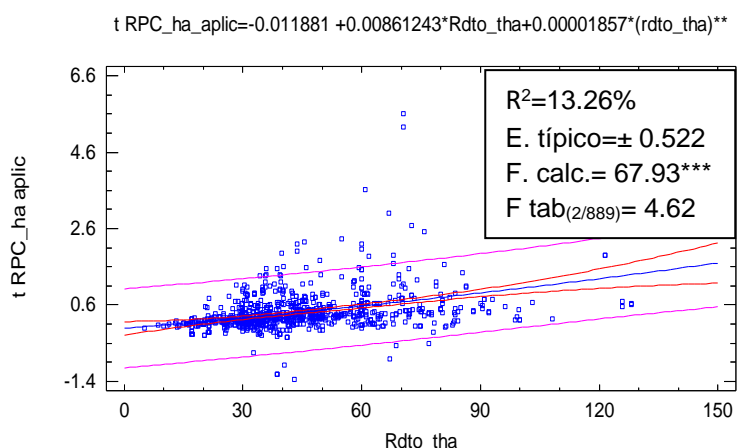


Figura 1. Relación entre el rendimiento de las áreas cosechadas y el incremento de t de RPC por ha aplicada ante las aplicaciones de FitoMás-M durante seis zafras en las UEB-APA de la Empresa Azucarera Camagüey.

Con Arrow (Cletodine), en la Tabla 15 igualmente se obtiene que para bajos tonelajes de producción los incrementos de RPC por hectárea, en este caso por debajo de 50 toneladas por hectárea, son inferiores ( $p \leq 0.01$ ) al resto de los grupos. También al relacionar las variables se obtuvo la ecuación cuadrática que aparece en la Figura 2, con alto grado de significación estadística ( $p \leq 0.01$ )

Tabla 15 Resultados obtenidos con Arrow (Cletodine) sobre los incrementos de rendimiento potencial (RPC) y azúcar por t molida por rangos de rendimiento de la caña cosechada.

Rangos de Rdto. (t_ha)	ha cosechadas	t molidas	t ha <sup>-1</sup>	t RPC ha aplic	Kg azúc_t
Menos de 30	859.94	18934.93	21.51	0.16c	6.53
De 30 a 50	4003.62	156016.13	37.68	0.31c	7.25
De 50 a 70	1096.06	64971.87	58.59	0.55b	8.34
Más de 70	678.95	56106.67	84.92	0.74a	8.15
Total/medias	6638.57	296029.60	42.74	0.36	7.38
C. Medio Error				0.1658	57.2282
E_ típico				0.05	0.99
F_calc				12.55	0.43
F_tab(3/228)				3.83	3.83
Signific.				$p \leq 0.01$	ns

*Letras distintas indican diferencias significativas (Duncan,  $p \leq 0.05$ )*

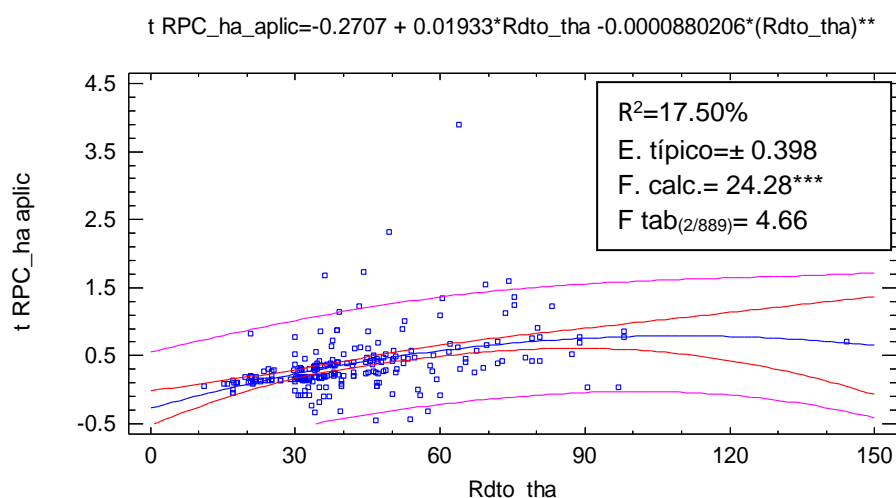


Figura 2. Relación entre el rendimiento de las áreas cosechadas y el incremento de t de RPC por ha aplicada ante las aplicaciones de Arrow (Cletodine) durante seis zafras en las UEB-APA de la Empresa Azucarera Camagüey

Para el caso de los incrementos en azúcar producido por tonelada molida (Tablas 14 y 15) no se encontraron diferencias estadísticas entre rangos de rendimiento, pero si se apreciaba que cuando éstos están por debajo de las 30 toneladas por hectárea, el azúcar por tonelada molida resulta inferior a los 7 kilogramos considerados como límite para considerar óptima el empleo de un madurante.

En la Tabla 16 se muestran los resultados de la evaluación económica realizada, tomando como indicadores de incremento por hectárea del azúcar estimada producida, los precios de la tonelada de azúcar en CUP (pesos cubanos) así como los costos de los madurantes empleados y de su aplicación, con los que se calcularon los beneficios obtenidos y las relaciones Beneficio/Costo con cada uno de los productos empleados.

Tabla 16. Resultados de la evaluación económica realizada los resultados de seis zafras en las UEB-APA de la Empresa Azucarera Camagüey.

INDICADORES	Testigo	Arrow (Cletodine)	FitoMás-M
Prod. Estim. t caña ha <sup>-1</sup>	43.60	43.60	43.60
Rend. Ind (Base 96° pol)	10.13	11.57	11.75
Prod. est. azuc t ha <sup>-1</sup> por tratamiento	4.42	5.04	5.12
Diferencias	-	0.62	0.70
Precio medio t de azúcar (CUP)	2008.00	2008.00	2008.00
Valor del increm. en azúcar(CUP)	8875.36	10120.32	10280.96
Costo producto+ aplicación ha <sup>-1</sup> (CUP)	-	51.30	46.92
Total CUP	8875.36	10171.62	10327.88
Beneficio ha <sup>-1</sup> (CUP)	-	1296.26	1452.52
Relación Beneficio/Costo	-	1.15	1.16

*Fuente : González et al. (2018)*

Ambos productos ofrecen una relación Beneficio/costo superior a un peso por cada peso invertido por lo que resulta rentable su aplicación.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El análisis de los resultados permitió llegar a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- No hubo diferencias entre madurantes en ninguno de las variables comparadas
- Se encontraron diferencias entre zafras, ingenios, cepas y agrupamientos de suelos.
- Al agrupar los cultivares por períodos óptimos de cosecha no se encontraron diferencias ni en RPC ni azúcar producida.
- Con FitoMás-M los mejores incrementos en RPC por hectárea aplicada se obtienen cuando la cosecha se realiza después de los 60 días de aplicación del producto. En el caso del Arrow (Cletodine) cuando han transcurrido 45 días. En azúcar producida no hubo diferencias.
- Se encontró una estrecha relación entre el incremento de RPC y el rendimiento agrícola de las áreas cosechadas.
- La evaluación económica determinó que la aplicación de ambos madurantes resulta rentable.
- Se recomienda tomar en consideración los resultados de este trabajo al momento de planificar la campaña de aplicación de madurantes.

## **LISTA DE REFERENCIAS**

- Arcila, J.: Maduración Química de la Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*, L.). (1986) En Cultivo de la Caña de Azúcar. Memorias. Cali, Colombia pp 323-347.
- Arcila, J. y F. Villegas.: Uso de madurantes. (1995) En CENICAÑA El Cultivo de la Caña de Azúcar en la zona azucarera de Colombia. Cali, Colombia pp 315-335.
- Ascanio, O. y F. Sulroca.: Nuevo Agrupamiento Agrícola de los Suelos Cañeros de Cuba. (1986). Editorial INICA, Ministerio del Azúcar, Cuba. 27 pp
- Buenaventura, C.: Control de la maduración de la caña de azúcar en la zona azucarera de Colombia (1986).: Editado por C. Buenaventura. TECNICAÑA, Cali Colombia. pp 299-308.
- González, A, A. Vera, H. Jorge et. al. (2018) Resultados de las aplicaciones de FitoMás-M y Arrow en la campaña de madurantes 2016-2017 en el cultivo de la caña de azúcar. Memorias Convención Internacional de Ingeniería Agrícola. Instituto de Ingeniería Agrícola (IAGRIC). Matanzas, Cuba. 14 pp
- Hernández, J. Sistematización de experiencias en el uso de diferentes madurantes en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*, L.) en Guatemala. (2009). Tesis en opción al Título de Ingeniero Agrónomo Universidad de San Carlos, Guatemala. Instituto de Investigaciones Agronómicas. pp 65-99
- ICIDCA. Manual de Procedimientos para Laboratorios Azucareros. (2014). Grupo Empresarial Azucarero (AZCUBA). Re-impresión 72 pp.
- Larrahondo, J. y F. Villegas. Control y características de la Maduración (1995) En CENICAÑA El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cali, Colombia pp 297-313

- Ojeda, Eulalia, R. González, A. Martín y R. Castillo. Maduradores en el Cultivo de la Caña de Azúcar: su efecto en tres zafras en Cuba. (2017) Revista Universidad & Ciencia. Ciego de Ávila, Cuba. Vol.6 (1):48-56 ISSN:2227-269 RNPS 2450
- Subirós, J.F. Evaluación de varios productos maduradores en la producción de caña y sacarosa durante dos ciclos de cultivo. (2012). Azucarera “El Viejo Carrillo” Guanacaste, Costa Rica. 19 pp.
- Villegas, F y J. Arcila Maduradores en Caña de Azúcar. Manual de procedimientos, normas para su aplicación. (2013). Publicaciones CENICAÑA Serie Técnica # 32. Cali Colombia pp 1-65

## **RESPUESTA DE LA CAÑA DE AZÚCAR ANTE DOS MADURANTES DURANTE SEIS ZAFRAS EN INGENIOS DE LA EMPRESA AZUCARERA DE CAMAGÜEY.**

Eugenio García del Risco<sup>1\*</sup>, Ramón Campanioni Márquez<sup>2</sup>, Walfrido Sánchez Dorta<sup>-1</sup>, Yoslén Fernández Gálvez<sup>1</sup> e Isabel Torres Varela<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Camagüey  
Carretera de las Mercedes, Florida CP 72810. Teléf. 0053-32-515581

<sup>2</sup>Empresa Azucarera Camagüey. Enrique Villuendas y Puente Caballero Rojo.  
CP 70100 Camagüey, Cuba. Teléf. 0053-32-271998

\*eugenio.garcia@eticacm.azcuba.cu

### **RESUMEN**

Se evaluaron los madurantes Cletodine y FitoMás-M durante seis zafras en ocho ingenios de Camagüey. Se compararon, los incrementos en las toneladas del rendimiento potencial en caña (RPC) por hectárea y kilogramos de azúcar por tonelada molida de las áreas tratadas y sus testigos, empleando pruebas de t, análisis de varianza y análisis de regresión mediante el paquete estadístico INFOSTAT. Cuando hubo diferencias entre medias se empleó una prueba de rangos múltiples de Duncan ( $p \leq 0.05$ ). Los resultados indican que no hubo diferencias entre madurantes, sin embargo cuando se compararon por zafras los mejores resultados se obtuvieron en 2018-2019. Por ingenios los mayores incrementos se obtuvieron en el ingenio Brasil.. Por cepas, con

FitoMás-M las primaveras quedadas de 24-26 meses presentaron los mayores incrementos en RPC, con Arrow fueron las primaveras del año con 12-13 meses. Por agrupamiento agroproductivo de suelos los Ferralitizados cálcicos y Ferritizados resultaron superiores al resto de los grupos. Cuando los cultivares se compararon por período de madurez no hubo diferencias. Por días entre aplicación y cosecha la mejor respuesta con FitoMás-M se obtuvo cuando se cosechó pasados 60 días de la aplicación, mientras que para Arrow fue a los 45 días. Se encontró estrecha relación entre el rendimiento agrícola de la caña cosechada y los incrementos del RPC por hectárea para ambos madurantes. Desde el punto de vista económico la aplicación de ambos productos resulta rentable. Se recomienda tomar en cuenta los resultados de este trabajo para planificar la aplicación anual de madurantes.

Palabras claves: caña de azúcar, madurantes, rendimiento potencial.