

Ensayos

Efecto del Fitomas-M sobre los principales indicadores industriales de la caña de azúcar en Cuba

Recibido: 02-04-2018 Aceptado: 06-09-2018 (Artículo Arbitrado)

Resumen

La maduración inducida en la caña de azúcar (*Saccharumofficinarum* L.) adelanta la calidad de la materia prima al incrementar la cantidad de azúcar recuperable que se obtiene por tonelada de caña molida. Los indicadores industriales como Brix, porcentaje de pureza, Pol, el contenido de fibra y rendimiento base 96 determinan dicha calidad. Con el objetivo de determinar el efecto del madurador Fitomas_M® sobre los principales indicadores industriales se realizaron pruebas en 3 ingenios azucareros de Mayabeque, Cuba. Para el muestreo de estos indicadores se utilizaron 4 cultivares durante 2 zafas. El muestreo de cañas tratadas y no tratadas con este madurador se desarrolló posterior a los 30 días de aplicado el producto y hasta los 90 días. Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza mostrando diferencias significativas en los indicadores industriales. La prueba de Múltiples Rangos de Tukey determinó un incremento de 0.97°Brix, 1.19 % de pol y 0.85% de rendimiento industrial en cañas tratadas y un efecto madurador en todas las variedades, ingenios y zafas. El mejor efecto se obtuvo entre los 30 y 60 días de la aplicación del producto. La producción de azúcar reportó ganancias con una relación beneficio/costo de 7.7 veces.

Abstract

Induced ripening of sugarcane (*Saccharumofficinarum* L.) improves the quality of this raw material by increasing the quantity of recoverable sugar that is obtained per ton of ground sugarcane. Industrial indicators such as Brix, purity percentage, Pol, fiber content and the industrial yield base 96 determine quality. With the aim of determining the effect of the FitoMas_M® ripener on the main industrial indicators, tests were carried out in three sugar mills in Mayabeque, Cuba. Four varieties from two harvests were used for the sampling of these indicators. The sampling of the treated and untreated canes with this ripener was developed after 30 days of applying the product and up to a period of 90 days. The results were subjected to an analysis of variance with significant differences in the industrial indicators. Tukey's Multiple Range test determined an increase of 0.97°Brix, 1.19% pol and 0.85% industrial yield in treated canes and a ripening effect in all varieties, sugar mills and sugarcane harvests. The best effect was obtained between days 30 and 60 after the application of the product. Sugar production reported a cost/benefit gains ratio of 7.7.

Résumé

La maturation induite de la canne à sucre (*Saccharumofficinarum* L.) améliore la qualité de la matière première en augmentant la quantité de sucre récupérable obtenue par tonne de canne broyée. Les indicateurs industriels comme Brix, pourcentage de pureté, Pol, le contenu de fibre et rendement base 96 déterminent cette qualité. Afin de déterminer l'effet de l'agent de mûrissement FitoMas_M® sur les principaux indicateurs industriels on a effectué des tests dans trois sucreries de Mayabeque, à Cuba. Pour l'échantillonnage de ces indicateurs on a utilisé quatre cultivars pendant deux récoltes. L'échantillonnage de la canne à sucre traitée et non traitée avec cet agent de mûrissement a été effectué après une application du produit de 30 à 90 jours. Les résultats ont été soumis à une analyse de variance qui a montré des différences significatives dans les indicateurs industriels. Le test de Randomisation Multiple de Tukey a déterminé une augmentation de 0.97°Brix, 1.19 % de pol y 0.85% de rendement industriel pour les cannes à sucre traitées et un effet de mûrissement pour toutes les variétés, sucreries et récoltes. Le meilleur résultat a été obtenu après une application du produit de 30 à 60 jours. La production de sucre affiche des bénéfices avec un rapport avantage/coût de 7.7 fois.

Lázaro Pardo Mora¹
Rafael Zuáznabar Zuáznabar¹
Javier Delgado Padrón¹
Tania Casero Rodríguez¹
Javier Rodríguez García¹
Susana Tuero Suárez¹
Jorge L. Mayor¹
Alexei Hernández²
Zulima Lorenzo²
Yólexi Ima²

Palabras clave: Madurador, brix, pol en jugo.
Keywords: Ripening, brix, pol in juice.
Mots-clés: Agent de mûrissement, Brix, Pol en jus.

¹Estación territorial de investigaciones de la caña de azúcar. INICA. AZCUBA

²Empresa azucarera Mayabeque AZCUBA

Correspondencia:
lazaropardo@inicam.azcuba.cu

Introducción

Es una práctica internacional la aplicación de maduradores con el objetivo de incrementar la producción de azúcar por área, se realiza a partir de la utilización de productos fundamentalmente químicos y si bien se consigue concentrar mayor cantidad de azúcar, estos agentes no generan una flexibilidad que sea acorde a las necesidades que se crean en un programa de cosecha, (Zuaznábar, 2010).

En la última década se han desarrollado algunos productos sobre la base de sustancias naturales entre ellos, existen productos que son activadores de las funciones fisiológicas como estimulantes de la maduración, (Sáens, 2004).

A tono con esta tendencia, el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) ha obtenido un nuevo producto de este tipo denominado Fitomas_M como estimulante de la maduración en este cultivo, es un producto químico no herbicida que proporciona flexibilidad en un período corto pero eficiente al promover una curva rápidamente ascendente del contenido de azúcar, no produce efectos residuales de deterioro en el cultivo, sino que permite la reanudación de una actividad normal de la planta sin que ocurran efectos adversos y no influye negativamente en el medio ambiente, ni en los seres vivos que rodean las áreas de cultivo (Montano, 2002).

Es objetivo de este trabajo evaluar a escala comercial el efecto madurador del Fitomas_M sobre los principales indicadores industriales relacionados con la cosecha de la caña de azúcar en la Empresa Azucarera Mayabeque, ya que aún persiste el problema de bajos índices de maduración de algunos cultivares en el período inicial de la zafra.

Métodos

El trabajo se desarrolló en la Empresa Azucarera Mayabeque, que abarca el territorio cañero de la provincia de igual nombre, situada al Noreste y Sur de la Ciudad de La Habana, adscripta al Grupo Azucarero AZCUBA y que posee un área dedicada al cultivo de la caña de azúcar de 36 833,16 has.

Con el objetivo de extender y aplicar los resultados alcanzados en las investigaciones, se llevó a escala comercial de producción de caña de azúcar la aplicación del Fitomas_M en las áreas cañeras de los ingenios azucareros: Manuel Fajardo, Héctor Molina y Boris Luis Santa Coloma correspondientes a las zafra 2014-2015 y 2016-2017, para ello se utilizó un diseño de parcela dividida o partida (Lerch, 1977) que incluyó áreas tratada con Fitomas_M y otra sin aplicación para un mismo cultivar, o sea que la parcela mayor estuvo representada por el tratamientos con y sin Fitomas_M y las subparcelas por los cultivares, mientras que las réplicas fueron los 3 ingenios.

El estudio abarcó un área cañera de 5 071,50 ha con una producción de 305 623,60 ton de caña. Se aplicó por vía aérea a una dosis de 4.6 L/ha y con la utilización de avionetas agrícolas, la fecha de aplicación del madurante osciló entre el 15 de Octubre y el 20 de Diciembre de los años 2014 y 2016; la fecha de corte y muestreos oscilaron entre el 01 de Diciembre y el 20 de Febrero de los años 2015 y 2017, considerando que estas fechas representaban una diferencia entre el momento de aplicación y el corte entre los 30 y 90 días, se tuvo en cuenta para los muestreos los cultivares siguientes: C323-68, C86-12, C86-56 y SP70-1284, además se consideraron los días de aplicación del producto a la cosecha; la información se capturó en la base de datos creada para tales efectos por el Grupo AZCUBA (BDA maduradores 2014), para ello se procesaron más de 1000 muestras que incluyeron también las áreas testigos (cañas no tratadas con Fitomas_M), las que se tomaron en 1 metro de caña por campo totalmente al azar.

Se evaluaron los indicadores industriales conocidos: brix, pol % en jugo, porcentaje de pureza, fibra y rendimiento Industrial base 96 en los laboratorios de los ingenios antes mencionados, se consideró además la producción de azúcar incrementada.

Se realizó un Análisis de Varianza Tipo III Multifactorial, para conocer si existieron diferencias estadísticamente significativas para las variables industriales con respecto a los tratamientos, las variedades, los períodos de cosecha o zafra y los ingenios, en caso

Tabla 1. Valores medios de los principales indicadores industriales por ingenios y tratamientos.

UEB	Zafra	Tratamiento	Brix	Pol	Pza	Fibra	Rto.
M. Fajardo	2014-2015	Con Fitomas M	20,00	18,00	90,00	15,00	12,00
		Sin Fitomas M	19,00	17,00	89,00	15,00	11,00
	2016-2017	Con Fitomas M	21,08	17,87	84,75	13,77	11,30
		Sin Fitomas M	19,38	15,67	80,85	13,62	9,34
H. Molina	2014-2015	Con Fitomas M	19,00	18,00	92,00	14,00	13,00
		Sin Fitomas M	18,00	17,00	91,00	14,00	12,00
	2016-2017	Con Fitomas M	20,15	17,82	88,46	14,96	12,14
		Sin Fitomas M	19,64	16,93	86,09	14,48	12,06
Mañalich	2014-2015	Con Fitomas M	20,00	18,00	91,00	15,00	13,00
		Sin Fitomas M	19,00	17,00	89,00	14,00	12,00
	2016-2017	Con Fitomas M	20,38	17,88	87,69	14,89	12,78
		Sin Fitomas M	19,51	17,10	87,65	15,11	11,84
Boris Luis	2014-2015	Con Fitomas M	20,00	18,00	90,00	15,00	13,00
		Sin Fitomas M	20,00	17,00	87,00	14,00	12,00
	2016-2017	Con Fitomas M	19,39	18,09	93,30	14,54	12,72
		Sin Fitomas M	18,75	17,22	91,88	15,20	12,22

Tabla 2. Valores medios de los principales indicadores industriales por cultivares y tratamientos.

Cultivar	Cosecha	Tratamiento	Brix	Pol jugo	Pureza	Fibra	Rend
C323-68	2014-2015	Con Fitomas M	20,42	18,47	91,24	14,90	12,83
	2014-2015	Sin Fitomas M	19,40	17,46	89,98	14,30	12,00
	2016-2017	Con Fitomas M	19,38	17,27	89,29	14,57	12,08
	2016-2017	Sin Fitomas M	18,51	16,43	88,87	14,43	11,71
C86-12	2014-2015	Con Fitomas M	20,33	18,56	91,33	14,71	12,92
	2014-2015	Sin Fitomas M	18,47	16,56	89,76	14,4	12,13
	2016-2017	Con Fitomas M	20,35	18,62	91,59	14,75	12,78
	2016-2017	Sin Fitomas M	19,32	17,55	90,91	15,00	12,03
C86-56	2014-2015	Con Fitomas M	20,51	18,63	90,82	14,98	12,85
	2014-2015	Sin Fitomas M	19,19	17,22	89,71	14,78	11,76
	2016-2017	Con Fitomas M	20,31	18,26	89,91	14,30	12,86
	2016-2017	Sin Fitomas M	19,57	17,12	87,28	14,13	12,52
SP70-1284	2014-2015	Con Fitomas M	20,81	18,65	89,60	14,71	12,86
	2014-2015	Sin Fitomas M	19,68	17,64	89,61	15,96	11,87
	2016-2017	Con Fitomas M	20,10	18,22	90,71	15,90	12,85
	2016-2017	Sin Fitomas M	19,60	16,77	85,59	14,71	12,22

de existir diferencias se aplicó una Prueba de Múltiples Rangos de Tukey para determinar qué medias son significativamente diferentes una de otra, para esto se utilizó el Paquete estadístico SPSS 17.0 para Windows Nt. Los datos de los valores medios de los indicadores industriales que alcanzaron los ingenios por tratamientos se muestran en la tabla 1 y en la tabla 2 se muestran por cultivares y tratamientos.

Para la evaluación económica se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos: Toneladas de azúcar producida/caña tratada con Fitomas-M, toneladas de azúcar producida/caña sin tratar, toneladas de azúcar

incrementada, precio de la tonelada de azúcar en USD, valor de la producción de azúcar incrementada en USD, costo en USD de aviación + producto/1ha aplicada, área aplicada (ha) y el costo en USD de la aviación + producto/ha aplicadas. Estos datos posibilitaron el cálculo de la ganancia y de la relación ganancia/costo.

Resultados y discusión

Los resultados de los muestreos azucareros para la determinación de los valores de los principales indicadores industriales que se le realizaron a las áreas

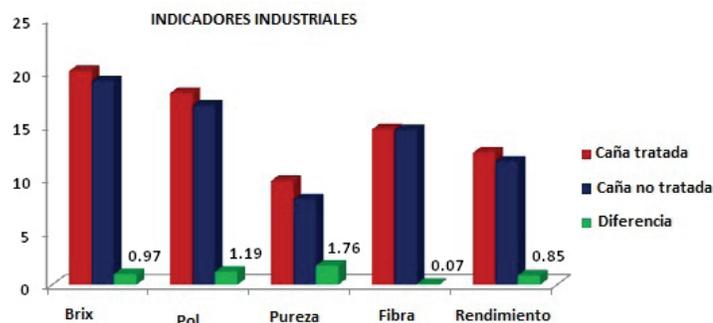


Figura 1. Comportamiento de los principales indicadores industriales promedio de las dos zafras en cañas tratadas y no tratadas con Fitomas_M.



Figura 2. Comportamiento de la producción de azúcar en cañas tratadas y no tratadas con Fitomas_M durante las dos zafras.

comerciales tratadas y no tratadas con Fitomas_M de la Empresa Azucarera Mayabeque, en las 2 zafras evaluadas se resumen en las figuras 1 y 2, donde se observa el incremento de éstos en las cañas tratadas, así como la producción de azúcar que se incrementa por este concepto.

Para conocer si estos incrementos visibles en los indicadores industriales mostraron estadísticamente diferencias con respecto a los tratamientos y al resto de los factores, el análisis de varianza arrojó los siguientes resultados (tabla 3). Existieron diferencias significativas al 95% de confianza para las variables Brix, Pol en jugo, Pureza y rendimiento industrial base 96 con respecto a los tratamientos ya que el valor P de la significación es menor que 0,05% de probabilidad del error (Lerch, 1977).

Por tanto, explica que existió un efecto del madurante para estos indicadores con respecto al testigo sin tratar y estadísticamente no existieron diferencias significativas para el contenido de Fibra, por lo que se manifiesta que el Fitomas_M no causa algún efecto sobre este indicador ya que el mismo es una característica genética propia de los cultivares, resultados similares se alcanzaron durante tres zafras en la provincia cubana de Ciego de Ávila (Ojeda, González, Martín, Castillo, 2016) y en La Habana (Zuaznabar, Ferrer, Alvarez, Gálvez, García, Villar, Cortegaza, Ofarril, Rodríguez, Jiménez, Montano, Lovelle, 2013), cuando estudiaron el efecto del Fitomas_M y de otros madurantes químicos en caña de azúcar.

Tabla 3. Resultado del análisis de varianza de comparación de medias de las variables industriales considerando, los factores, tratamientos, variedades, réplicas y cosecha.

Factores	Variables / Valor_P				
	Brix	Pol	Pureza	Fibra	Rendimiento
Tratamiento	*0,036	*0,0070	*0,036	0,1310	*0,0360
Variedad	0,1513	0,6054	0,3364	0,0850	0,4689
Replicas	0,0538	0,4415	0,2166	0,7713	0,0722
Cosecha	0,3077	0,1588	0,0530	0,6228	0,9101

Tampoco existieron diferencias significativas en el comportamiento de estas variables agroindustriales con respecto a las réplicas, en este caso asumida por los ingenios azucareros donde se trató la caña, eso significa que la acción madurante del Fitomas_M sobre los indicadores en cuestión causó efectos similares en los tres ingenios de Mayabeque, o sea estuvo presente el efecto madurante en todos.

No existieron además diferencias significativas en las variables en estudio para los factores variedad y zafra o año de cosecha, lo que infiere que todas las variedades recibieron un efecto positivo similar del madurante sobre sus indicadores industriales y en ambas zafras se presentó este efecto.

Considerando el resultado del análisis de varianza anterior, se realizó una Prueba de Múltiples Rangos de Tukey al factor tratamiento con respecto a las variables industriales: brix, Pol en jugo, pureza y rendimiento Industrial, como se muestra en la tabla 4.

Por tanto, esta prueba arrojó lo siguiente: Para las variables Brix, Pol en jugo, pureza y rendimiento industrial considerando el factor tratamiento, se formaron dos grupos homogéneos, en este caso señalados por las letras A y B, en el grupo A se hallan las medias más altas y se corresponde al tratamiento de las cañas que se le aplicó Fitomas_M como madurante para las cuatro variables industriales sobre las cañas no tratadas.

También en esta tabla se observa la diferencia estimada entre cada par de medias de las cañas tratadas y no tratadas con el madurante donde aparecen con asteriscos los pares que presentan diferencias estadísticamente significativas, lo que confirma el efecto madurador del Fitomas_M debido al incremento en valores de los indicadores industriales.

Aunque las diferencias estadísticas no fueron significativas para el rendimiento entre las variedades, en la figura 3 aparece el efecto positivo del Fitomas_M

Tabla 4. Prueba múltiple de rangos o de Tukey de los tratamientos con respecto a las variables industriales Brix y Pol en jugo y rendimiento industrial.

Variable	Tratamiento	Media LS	Grupos Homogéneos		Contraste de pares de medias	Dif.	+/- limites
Brix	Sin Fitomas_M	19,16	B		Con Fitomas M y sin Fitomas M	*0,85	0,6640
	Con Fitomas_M	20,01		A			
Pol	Sin Fitomas_M	16,86	B		Con Fitomas M y sin Fitomas M	*1,10	0,3689
	Con Fitomas_M	17,96		A			
Pureza	Sin Fitomas_M	88,96	B		Con Fitomas M y sin Fitomas M	*1,58	0,945
	Con Fitomas_M	90,54		A			
Rend.	Sin Fitomas_M	11,55	B		Con Fitomas M y sin Fitomas M	*0,938	0,8829
	Con Fitomas_M	12,49		A			

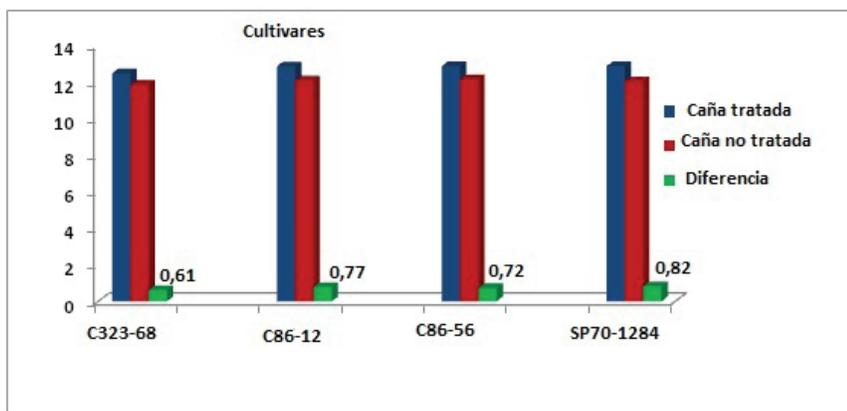


Figura 3. Efecto del Fitomas_M en el rendimiento industrial de los principales cultivares comerciales de la empresa azucarera Mayabeque.

en los valores que alcanzó el rendimiento industrial en las cuatro variedades de esta empresa cuando fueron tratadas con el Madurante Fitomas_M, pues todas presentaron diferencias con respecto a las no tratadas, lo que manifiesta su efecto madurante.

Considerando los días de aplicación del madurante se presenta la figura 4 donde aparecen los valores que alcanza el rendimiento industrial en los 2 cultivares principales de la empresa, siempre con un efecto favorable para las cañas tratadas en ambos cultivares, por lo que se puede manifestar que en la medida que se incrementaron los días a partir de los 30 días de aplicado persiste el efecto madurador aún hasta los 90 días que abarcó el estudio, sin embargo al parecer el mejor efecto está alrededor de los 30-60 días de aplicado el Fitomas_M, resultado similar los alcanzó Acosta (2013) en la Cooperativa Pablo Noriega de Quivicán, Cuba.

Golinski (2009) en Piracicaba, Brasil con Ethrel logró incrementos significativos en el pol %, brix, pureza y toneladas de pol/ha en la variedad SP84-1431 con un intervalo de 69 días entre aplicación y cosecha. En Guatemala, según Cengicaña (2008) en la generalidad de los casos, el tiempo entre aplicación y cosecha es de 5 a 8 semanas o sea entre los 35-60 días.

También se observa una mayor diferencia en el efecto madurador causado sobre el cultivar C323-68 ya que presenta madurez de media a tardía y de contenido más bajo de azúcar que su coterráneo C86-12, lo que al parecer el efecto madurante se evidencia más en

cultivares similares al primero como se muestra en la figura 5, donde aparece el comportamiento de la tendencia del incremento en el rendimiento industrial que siguieron ambos cultivares, siendo superior las diferencias entre el rendimiento alcanzado entre las cañas tratadas y las no tratadas en el cultivar C323-68 en todo momento. Así también lo corroboró Ojeda et al. (2016) al probar este madurador sobre 5 cultivares de caña de azúcar con diferentes respuestas de maduración respecto al período óptimo de zafra.

Valoración económica

En la tabla 5 se refleja el valor de la producción de azúcar incrementada por el concepto de la aplicación del Fitomas_M en la Empresa azucarera Mayabeque en las dos zafas evaluadas, así como el costo de aplicación de este producto en el área en cuestión que ascendió a los \$84 694,05 en USD, se obtiene una ganancia de \$736 929,83 USD con una relación ganancia/costo de 7,7 veces, altamente beneficiosa tanto para los industriales como para los agrícolas porque mejora la calidad de la materia prima a la industria con un mejor precio.

Todo lo antes planteado se corrobora por los resultados alcanzados en esta misma Empresa en la Zafra 2013-2014 donde se alcanzaron 0,38T de azúcar incrementada/ha tratada (AZCUBA, 2014). Algunos autores en diversos países se refirieron al impacto económico que produce la aplicación de madurantes al cultivo de la caña de azúcar, al considerar incrementos en la producción de azúcar por área de aplicación: En Argentina se obtuvieron hasta 300 kg

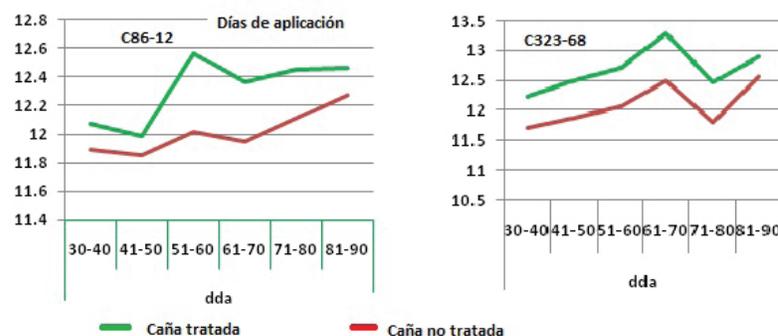


Figura 4. Resultados del efecto del Fitomas_M sobre el rendimiento industrial de los cultivares C86-12 y C323-68 considerando los días de aplicación del producto (dda).

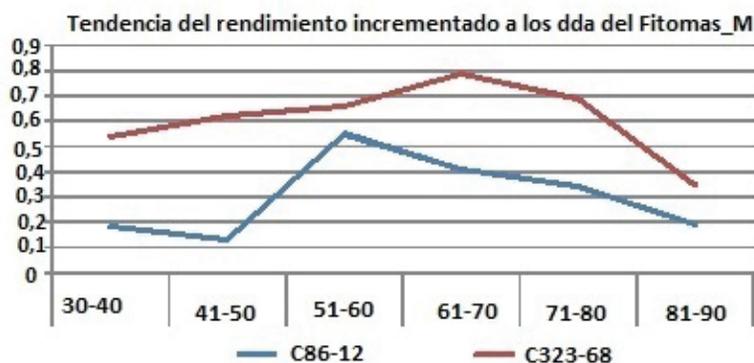


Figura 5. Comportamiento de la tendencia del rendimiento incrementado a los días de aplicación del producto (dda) en los cultivares C86-12 y C323-68.

Tabla 5. Valores alcanzados en la evaluación económica del Fitomas_M

Toneladas de azúcar producida/caña tratada	37 844,27
Toneladas de azúcar producida/caña sin tratar	35 231,99
Toneladas de azúcar incrementada	2 612,3
Precio de la tonelada de azúcar en USD	\$282,10
Valor de la producción de azúcar incrementada en USD	\$736 929,83
Costo en USD de aviación + producto/1ha aplicada	\$16,70
Área aplicada (ha)	5 071,50
Costo en USD de aviación + producto /ha aplicadas	\$84 694,05
Ganancia USD	\$652 235,78
Relación ganancia/costo	7,7

de azúcar/ha extras con un costo de aplicación de 9-12 USD/ha, resultando una práctica altamente rentable que permite un inicio más temprano de la cosecha con un retorno de la inversión en un periodo de tiempo muy breve (Ortiz, 2000) y en Colombia, según CENICAÑA (1992) plantea que la industria azucarera obtuvo entre 1983 y 1990 beneficios por 7500 millones de pesos colombianos, debido al uso de madurantes, cuyos datos se calcularon sobre la base en el precio del azúcar adicional que se produjo por el uso de esta tecnología.

Conclusiones

El efecto madurante del Fitomas_M se evidencia en el incremento de 0,97° Brix, en 1,19% de Pol en jugo, en 1,76% de pureza y en 0,85 del rendimiento industrial base 96 en las cañas tratadas con este producto como promedio en las dos zafas.

El análisis de varianza y la Prueba de Múltiples Rangos de Tukey reflejó que existen diferencias significativas para el 95% de confianza para el Brix, el porcenta-

je de pol en jugo, el porcentaje de pureza y el rendimiento industrial base 96 de las cañas tratadas. No existieron diferencias para la fibra, tampoco para los factores variedades, ingenios y zafas. Todos los cultivares evaluados manifestaron diferencias positivas en el rendimiento industrial cuando fueron tratados con el madurante, incluyendo los principales C86-12 y C323-68, cuyo efecto estuvo presente desde los 30 a los 90 días de aplicado el producto, siendo al parecer más efectivo entre los 30 y 60 días de su aplicación.

La valoración económica arrojó una ganancia de \$652 235.78 USD con una relación ganancia/costo alta de 7,7 veces por el incremento de la producción de azúcar.

Bibliografía

- Acosta, D. (2013). Evaluación del efecto madurador del Fitomas_M sobre la caña de azúcar en la UBPC "Pablo Noriega". Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniera en Procesos Agroindustriales. UNAH. Mayabeque, 55pp. 2014.
- AZCUBA. (2014). Informe técnico sobre aplicación de maduradores campaña 2013-2014. La Habana, 25 pp. 2014.
- CENICAÑA. (2008). Centro Guatemalteco de Investigaciones y Capacitación de la Caña de Azúcar: Aplicación de madurantes en caña de azúcar: (2008). En: <http://www.cengicana.org/Portal/Home>.

- CENICAÑA. (1992). Servicio de análisis económico y estadístico. Informe anual de labores 1991. Cali, Colombia. 64p
- Golinski, N. G. (2009): Inducao da maduracao de dois genotipos de cana- de- acucar en funcao da interacao entre doses de ethephon e ph da calda de applicao. Universidad de Sao Paulo, Brazil. Dissertacao a presnteda para obtacao do titulo de Mestre en Agronomia. 56p.
- Lerch, G. (1977). La experimentación en las Ciencias Biológicas y Agrícolas. Editorial Científico-Técnica, Pág. 203-217. La Habana.
- Montano, R. (2002). Maduradores en la caña de azúcar. Instituto Cubano de Investigaciones de Derivados de la Caña de Azúcar: Revista Agricultura Orgánica. No. 2. 2002, pag.12-15. La Habana, ICIDCA.
- Ojeda; E., González R., Martín A. y R. Castillo. (2016). Maduradores en el cultivo de la caña de azúcar, su efecto en tres zafras en Cuba. Revista "Universidad & Ciencia", Vol. 6, No.1. 2017, Pág. 48-56. Universidad de Ciego de Avila, Cuba.
- Ortiz- J. D. (2000): Glifosato, su empleo como madurador de la caña de azúcar. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres. Publicación especial No 16. Marzo 2000.
- Sáenz Soto, JO. (2004). Experiencias en la optimización de la maduración inducida en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en Guatemala. USAC, Pag. 59.
- Zuaznábar, R. (2010). Generalización del Fitomas-E, evaluación del Fitomas_M y Fitomas-H en el cultivo de la caña de azúcar en Cuba. Informe Final del Proyecto. INICA. MINAZ. C. Habana. 47 pp. 2010.
- Zuaznábar, R., M. Ferrer, J. Alvarez, L. Gálvez, A. García, J. Villar, P. Cortegaza, J. Ofarril, H. Rodríguez, G. Jiménez, R. Montano y A. Lovelle. (2013). Resultados del madurador fisiológico natural del cultivo de la caña de azúcar Fitomas_M. Memorias XXXV Conferencia y Expoatam, ATAM, 2013, México. 8pp.
- Fitotecnia Mexicana 37:297-304.