

“OPTIMUS”, NUEVO MADURADOR PARA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.).

"OPTIMUS" NEW NATURAL ALTERNATIVE AS RIPENER IN SUGAR CANE (*Saccharum officinarum* L.).

¹ Rafael Menezes Pereira, ² José M^a. Cerdà Subirachs y ³ Ricardo Hernández Pérez.

¹ Jefe de Investigación Ingenio CASUR. Nicaragua. (rafael.menezes@casur.com.ni)

² Portfolio Manager. BIOIBERICA S.A (jmcerdas@bioiberica.com)

³ Asesor externo, Cuba/México (santaclara57@yahoo.es)

RESUMEN

En este trabajo se evaluó la eficacia de un nuevo producto como madurante para caña de azúcar. Se aplicó en una parcela comercial homogénea junto a un testigo y el estándar de la zona más utilizado como madurante (glifosato 36 %). El ensayo fue realizado en la población Potosí, departamento de Rivas – Nicaragua, en colaboración de la empresa BIOIBERICA (fabricante del producto OPTIMUS) y el equipo de Investigación del Ingenio CASUR de Nicaragua, perteneciente al grupo Mayagüez (Colombia). El objetivo de la investigación fue evaluar la eficacia del efecto madurante de la aplicación de este nuevo producto frente al testigo. El producto está siendo evaluado en varios países de la región y está aplicándose ya en áreas comerciales desde hace más de 3 años. La fecha de aplicación del producto fue a los 9 meses del rebrote de la caña. La aplicación fue mediante helicóptero a una dosis de 3 l/ha. El resultado del estudio sugiere que el uso de este nuevo producto no solamente incrementa el contenido de sacarosa (17,0 % frente a un 15,9 % del testigo) sino que básicamente aumenta la producción de la parcela tratada (52,4 Tn/ha frente a 43,9 del testigo) obteniendo como resultado final de 8,9 Tn/ha frente a las 7,0 Tn/ha del testigo. El producto químico (Glifosato 36 %) estándar utilizado consigue incrementar el % de sacarosa, pero no la producción de caña en la parcela. Se hace palpable que tenemos una herramienta más amigable con el medio ambiente y con el cultivo (al no provocarle fitotoxicidad y reducir la rebrotación del siguiente año) y que a la vez produce importantes beneficios en su aplicación (más de 500 USD/ha). La mayoría de madurantes actuales son químicos (herbicidas y fitorreguladores) y existen pocas alternativas no herbicidas que sean viables. Este nuevo producto ha presentado un mecanismo de acción innovador al hacer compatible más sacarosa y más producción, frente a otras soluciones que en el momento que se aplican inhiben ya el crecimiento del cultivo y sólo producen mayor concentración de sacarosa.

Palabras clave: Caña de azúcar, madurador, *Optimus*[®], sacarosa, Glifosato.

Key words: Sugar cane, ripener, *Optimus*[®], sucrose, Glyphosate.

INTRODUCCIÓN

Cuando las condiciones naturales no son favorables para la maduración de la caña de azúcar, es posible inducirla aplicando productos químicos conocidos como madurantes. Estos son compuestos orgánicos que en pequeñas cantidades, fomentan o modifican de alguna manera, procesos fisiológicos de la planta, actuando como reguladores de crecimiento que favorecen la mayor concentración de sacarosa. Estos actúan inhibiendo el crecimiento sin afectar la fotosíntesis o actuando sobre las enzimas que catalizan la acumulación de sacarosa, proceso cuyo resultado es un balance entre fotosíntesis y respiración (Arcila y Villegas, 1995).

Los maduradores son reguladores de crecimiento que poseen la capacidad de producir cambios morfológicos y fisiológicos en el cultivo. Estos actúan reduciendo el crecimiento de la planta y actuando sobre las invertasas, lo que propician el paso de los azúcares reductores (glucosa y fructosa) a sacarosa en la caña de azúcar (Silva y Caputo, 2012).

A pesar de sus bondades esta tecnología tiene dos inconvenientes importantes: primero el uso de los maduradores que actúan por defoliación o desecación entrañan el peligro de perder la plantación cuando, por razones climáticas o de otra índole, no se cosecha oportunamente; el daño ambiental, el cual tiene a su vez dos aspectos principales: la toxicidad de las sustancias químicas que se emplean y la magnitud de la superficie que se trata. En segundo lugar, las sustancias químicas maduradoras son mayoritariamente herbicidas, entre las más usadas se encuentran: el glifosato, el fluzifop P-butyl, y como desecante, el Paraquat; estas sustancias constituyen un verdadero peligro, tanto para el personal que las manipula, como para las personas, animales y cultivos cercanos al área de aplicación (Subiros, 2010; Cuellar *et al*, 1997).

Dada la creciente preocupación por los riesgos que para el ambiente y la salud del hombre representan, tanto los fertilizantes de síntesis química convencionales como los agrotóxicos, por los residuos de éstos en los productos agrícolas y las limitaciones que los mismos representan para las exportaciones, ha despertado un fuerte interés hacia la investigación y desarrollo los productos orgánicos, mismos que pueden ser utilizados como bio nutrientes y/o estimulantes de la nutrición de las plantas. Sin embargo, no es precisamente esta característica la que justifica su utilización, sino el efecto activador que producen sobre el metabolismo vegetal; activadores o estimulantes de las funciones fisiológicas. La mayoría de estos productos son mezclas de diferentes aminoácidos (Montano, 2002). Por lo que el objetivo de este trabajo fue el de conocer la efectividad de *Optimus*[®] producto natural aplicado como bio-madurador sobre caña de azúcar (*S. officinarum*) en Nicaragua.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue realizado en el Ingenio CASUR, en la población Potosí, departamento de Rivas – Nicaragua, de diciembre/2015 a febrero/2016. El ensayo estuvo planteado sobre un suelo tipo Vertisol y con variedad CP 72-2086 6th corte. El área seleccionada fue un campo comercial mayor de 1 ha, el cual fue dividido en tres bloques o fajas, con parcelas divididas dispuestas en 4 repeticiones por tratamiento.

Se usaron tres tratamientos dependiendo del tipo de producto asperjado foliarmente con mezcla de coadyuvantes si lo requería:

Tratamientos	Fabricante	Formulado	Dosis
Trat. I Glifosato	Cheminova	Glifosato 36g/L SL	0.8 L.ha ⁻¹
Trat. II. Optimus®	Bioiberica S.A	(*) Aminoácidos libres 4% (p/p) Fósforo (P ₂ O ₅) 20% (p/p) Potasio (K ₂ O) 30% (p/p)	3 L.ha ⁻¹
Testigo (sin tratar)	-		

(*) El formulado contiene todos y cada uno de los aminoácidos libres biológicamente activos: ASP, SER, GLU, GLY, HIS, ARG, THR, ALA, PRO, CIS, TYR, VAL, MET, LYS, ILE, LEU, PHE, TRP.

Ambos formulados fueron aplicados con helicóptero con un caudal de 13 L.ha⁻¹, siguiendo las instrucciones técnicas previstas para estas aspersiones, cuando el cultivo tenía nueve meses del rebrote de la caña, planificándose la cosecha aproximadamente a los 12 meses del cultivo.

Después de la aplicación de los dos maduradores fueron evaluados los siguientes parámetros (Duran y Cadena, 2005):

Madurez: Se tomaron muestras de 10 tallos midiendo **el largo del tallo** (m) y el número de entrenudos presentes en cada planta o muestra. Semanalmente en cada tratamiento fueron llevadas y analizadas en laboratorio dichas muestras para conocer el porcentaje de sacarosa presente, determinándolo según el método de Brix Refractométrico, para lo cual se midió la refracción de la muestra diluida y su relación con los sólidos disueltos (Brix).

Ganancia de Sacarosa: Fue estimado a partir del cálculo de sacarosa hecha en cada madurador, respecto al testigo.

TCH y TSH: Las Toneladas de Caña por Hectárea (TCH) y las Toneladas de Sacarosa por Hectárea (TSH), fueron calculadas a partir del peso de la muestra en el área prevista en cada replica, lo que ofreció un estimado en toneladas (peso) llevadas a la hectárea o cantidad de Sacarosa obtenida para esa hectárea. TCH x Sacarosa/100.

Corcho: se evaluó abriendo los tallos muestreados y tomando el peso de la médula corchosa en relación al peso del tallo, siempre que el corcho tuviera más del 50% de diámetro en el tallo.

Lalas: Se contabilizaron los brotes laterales presentes en los entrenudos, desde la base hasta el primer cuellos visible. Calculándose el número de lalas/entrenudos totales en planta y en cada tratamiento.

Las ganancias o análisis de costo fueron realizado considerando un precio de 0,42 US\$/ ka de azúcar.

Análisis estadísticos: A partir de los datos recopilados en cada tratamiento, sobre largo del tallo, número de entrenudos, % corcho y lalas se realizó una análisis estadístico aplicando Anova según el paquete estadístico para Windows (SPSS, 2012) ver. 19.0, con aplicación de la prueba de Barlett (homogeneidad) y Kolmogorov-Smirnov (normalidad) para conocer si existieron diferencias entre los maduradores aplicados. La significación de los efectos de los tratamientos se determinó para $p \leq 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se observa en la Figura 1 el testigo sin aplicación de madurador tuvo un porcentaje entre 14–15 % de sacarosa, hasta la 4ta semana (15,9%). Sin embargo, cuando se aplicó el nuevo formulado *Optimus*® se produce un incremento hasta del 17% de sacarosa en la 8^{va} semana. Similar comportamiento cuando se aplicó el Glifosato, aunque paralelamente se mantuvo por debajo, igualándolo su porcentaje al llegar a esta misma fecha.

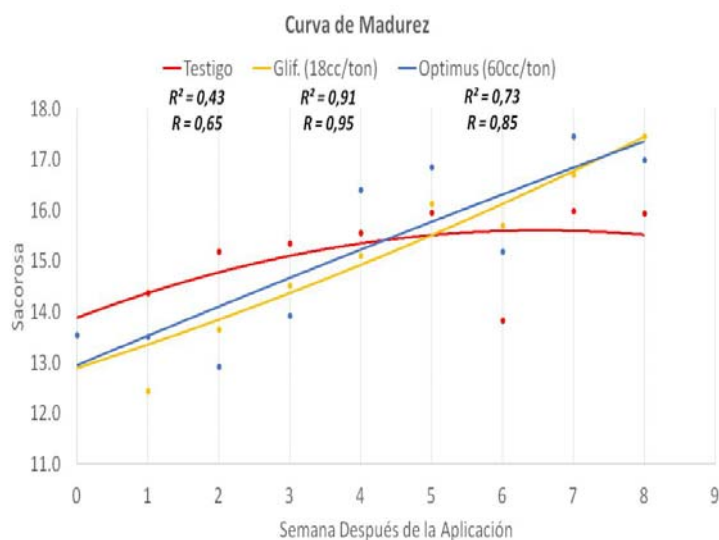


Figura 1. Muestra la curva de madurez alcanzada con la aplicación de cada formulado o tratamiento en porcentajes de sacarosa desde la primera semana después de la aplicación hasta la novena semana antes de la cosecha.

Lo anterior coincide con algunas interpretaciones hechas por investigadores que han usado *Optimus*[®] en caña de azúcar, como Vargas (2015) quien infiere que esta nueva formulación a base de aminoácidos + fosfito de potasio (fosfipéptidos), activa mecanismos naturales de defensa de la planta, que contrarrestan la toxicidad del herbicida Glifosato cuando es usado como madurante.

Con el madurante Glifosato se ha encontrado respuesta significativa de incremento de azúcar a partir de la cuarta semana de aplicación. Sin embargo Vargas (2011), recomienda que el corte se inicie a partir de la 5^a semana, con ello podemos compensar variaciones en los tonelajes estimados, repuesta varietal, y así evitar cosechar área en la ventana de más de 8 semanas.

Sobre esto Duran y Cadena (2005) plantean que Cenicaña considera muy importante identificar nuevos productos maduradores que actúen como Glifosato, pero con menos impacto ambiental, menores riesgos tóxicos a las personas, selectividad de acción en la caña, sostenibilidad del contenido de sacarosa en los tallos, mayor incremento de la sacarosa, menores costos del producto y poca deriva durante las aplicaciones. En la búsqueda e identificación de nuevos productos alternativos al Glifosato y al Fusilade, se han probado algunos formulados como Agratex, Sxs y BIQTICON, pero sin resultados alentadores.

La Tabla 1 muestra las diferencias progresivas en ganancias de sacarosa obtenidas cuando se aplicaron los tratamientos en cada semana. Las diferencias fueron notables con *Optimus*[®] desde la 4^{ta} semana con un aumento gradual de 0.86 hasta 1.06, teniendo su máximo acumulado de sacarosa en la 7^{ma} semana después de ser aplicado al follaje. Inferior al acumulado logrado por el herbicida (Glifosato) a partir de la 5^{ta} semana con 0.18 hasta 1.53, mismo que pudo emparejar con *Optimus*[®] con promedios semanales de 1,07 y 1.13 respectivamente.

Tabla 1. Ganancia de sacarosa obtenida en cada tratamiento semanalmente al restar el porcentaje o valor alcanzado por el testigo.

* Promedio de los ensayos con madurante

Week	Ganancia en Sacarosa Caña%			Promedio*
	Testigo	Glif. (18cc)	Optimus (60cc)	
0	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,00	-1,94	-0,87	-1,41
2	0,00	-1,53	-2,27	-1,90
3	0,00	-0,83	-1,43	-1,13
4	0,00	-0,45	0,86	0,20
5	0,00	0,18	0,90	0,54
6	0,00	1,87	1,35	1,61
7	0,00	0,73	1,47	1,10
8	0,00	1,53	1,06	1,29
Promedio	0,00	-0,05	0,12	0,03

• **Max: 1,87 | 6 semanas**

• **Prom: 1,07**

• **Max: 1,47 | 7 semanas**

• **Prom: 1,13**

Como se refleja en la Tabla 2, diferentes valores agromorfológicos y productivos fueron modificados posterior a los nueve meses. Cuando se evaluó el Corcho para diferentes tratamientos pudimos interpretar lo siguiente, el Testigo tuvo niveles muy bajos (0.4%), diferenciándose de ambos maduradores aplicado, pero cuando se aplicó el *Optimus*[®] solo hubo un 1.6% de fibra, diferenciándose a su vez del Glifosato que promovió un incremento de 6.2% de corcho en tallo.

Tabla 2. Diferencias obtenidas en los principales parámetros agroindustriales para cada tratamiento. TCH (Toneladas de caña por hectárea), corcho, lalas, entrenudos y largo del tallo.

Tratamientos	TCH	Corcho (%)	Lalas (%)	Entrenudos	Largo
Optimus [®]	52.4 a	1.6 b	2.8 a	23.5 a	2.0 a
Glifosato	43.5 b	6.2 a	5.2 b	22.2 a	1.8 b
Testigo	43.9 b	0.5 c	6.3 b	22.6 a	1.7 b
Promedio	46.6	2.76	4.7	22.8	1.9
CV	2.3	15.0	29.5	5.5	3.5

Las letras se corresponden con la diferencia significativa entre los tratamientos para $p \leq 0,05$ y $0,01$.

Pudiéramos decir que con la aplicación del nuevo formulado hay menos formación de fibra que cuando aplicamos Glifosato. Al respecto Larrahondo y Villegas (1995) explicaron que cuando ocurre la floración, la planta suspende la formación de nuevos entrenudos y promueve la formación de yemas laterales; se inicia entonces, la formación de una médula corchosa en la parte superior del tallo que se extiende hacia abajo, dependiendo principalmente de las condiciones de humedad. En condiciones de sequía, esta médula de corcho ocupa gran parte del tallo y contiene poco jugo; en consecuencia, cuando los tallos se procesan hay una mayor producción de fibra y bajo rendimiento de azúcar.

En cuanto a los rebrotes en los entrenudos del tallo (lalas) su porcentaje es muy inferior en *Optimus*[®] (2.8%) respecto a Glifosato y el testigo que se diferencian del nuevo formulado, con valores muy elevados con 5.2 y 6.3 % respectivamente. Lo anterior corrobora lo planteado por Vargas (2015) quien destaca como producto madurante promisorio el fosfito + aminoácidos que consigue incrementar el rendimiento en azúcar y eliminar el efecto fitotóxico del Glifosato sobre los siguientes retoños.

Otros investigadores plantean (Tayun, 2014) que en cuanto a los rebrotes los tratamientos con Glifosato produjeron 97.9% de rebrotes, es decir que se calcula una pérdida de 2.07% de la población inicial.

Por otra parte en este experimento, las plantas tuvieron un crecimiento mayor cuando se aplicó el nuevo formulado *Optimus*[®] (2.0m), respecto a los restantes tratamientos entre 1.7 – 1.8m. Sin embargo, con respecto al número de entrenudos no hubo diferencia entre los tratamientos y el testigo.

Finalmente si observamos los valores de TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) comprobamos que con la aplicación de *Optimus*[®] se llega a producir más caña/hectárea obteniendo la media más alta (52.4) diferenciándose estadísticamente del Glifosato y del testigo con (43.5 y 43.9) respectivamente y estos a su vez sin diferencia entre sí. Lo anterior coincide con Vargas (2015) quien obtuvo una producción de 106 Kg de azúcar/tonelada de caña cuando aplicó solo Glifosato y un máximo de 111.17 kg/hectárea cuando mezcló este Glifosato a mitad de dosis con *Optimus*[®].

Resumiendo los parámetros de rendimiento agroindustrial obtenidos cuando se aplicaron los diferentes tratamientos, podemos afirmar que en cuanto al porcentaje de sacarosa no existe una diferencia marcada entre el herbicida aplicado (17.5) y el nuevo bio-madurante *Optimus*[®] (17.0). Mientras éste logró resultados superiores en la producción de TCH (52.4) y en la cantidad de sacarosa por hectárea TSH (8.9) (Figura 2.).

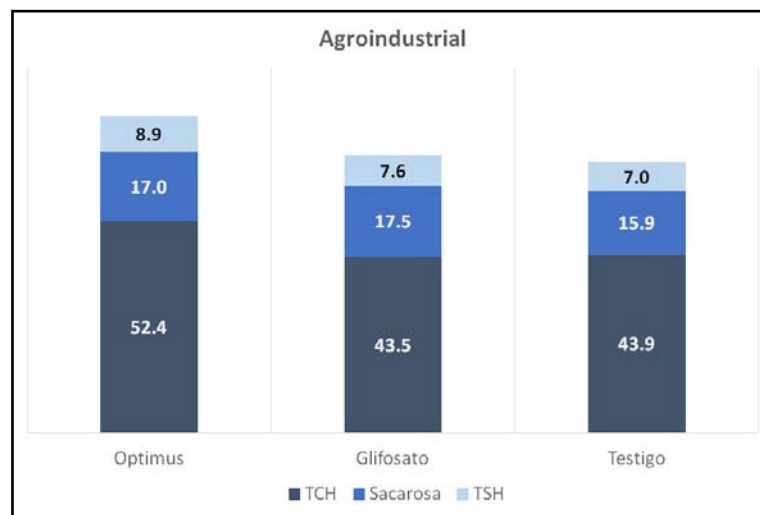


Figura 2. Comparación de parámetros importante del rendimiento agroindustrial, que justifican la aplicación de madurantes previa a la cosecha: Toneladas de Caña por Hectárea (TCH), Toneladas de Sacarosa por Hectárea (TSH) y porcentaje de Sacarosa. Trat. I Glifosato, Trat. II *Optimus*[®] y Trat III. Testigo.

Al respecto Cuellar *et al* (1997) concluyeron que el Glifosato mezclado con ácido giberélico, nitrato de potasio y aminoácidos, minimizaron el impacto sobre la biomasa, mostrando índices de crecimiento y

humedad normales con el método del *crop logg*, sin disminución sustancial del rendimiento, contrario al Glifosato aplicado solo, que frenó por completo el crecimiento de las plantas.

Análisis de costo beneficioso: En el siguiente análisis se detallan los costos ocasionados con las aplicaciones de cada madurante. Durante los cálculos hechos durante 8 semanas se pudo hallar las diferencias en las aplicaciones hechas de cada madurante contra el Testigo (tabla 3), lo cual contempla el costo y volumen del producto aplicado en helicóptero. Aquí se muestra en la 6ta semana la máxima diferencia acumulada entre Glifosato contra el testigo (249.19 USD) y un promedio semanal (200.88 USD), inferior al alcanzado con el nuevo formulado *Optimus*[®] respecto al Testigo máxima en la 7ma semana (833.94 USD) y como promedio (738.93 USD). Al respecto Vargas (2015) explica que el Glifosato se ha posesionado en el mercado por su efectividad y relativo bajo costo, sin embargo manifiesta que los madurantes no herbicidas como *Optimus*[®] en su gran mayoría muestran valores más altos, pero la alternativa de mezclas reduce el costo del tratamiento, aunque recomienda que en plantaciones comerciales se valore bien la relación costo-beneficio.

Tabla 3. Análisis de costo entre tratamientos teniendo en cuenta las diferencias semanales entre ambos maduradores (Glifosato[®] y Optimus[®]) en cuanto a costo, respecto al Testigo y el promedio al cabo de 8 semanas.

		Parámetro		US\$/ha	
		Helicóptero*		\$	21,75
		Glifosato (0,8 ltr/ha) 18cc		\$	3,11
		Optmus (3,0 ltr/há) 60 cc		\$	39,00
*Rendimiento de 40 há/hr					
Semana	US\$/ha			Dif (G-T)*	Dif (Op - T)**
	Testigo T	Glif. (18cc) G	Optimus (60cc) Op		
0	\$ 2.497,22	\$ 2.497,22	\$ 2.497,22	\$ -	\$ -
1	\$ 2.649,83	\$ 2.245,98	\$ 2.910,07	\$ -403,85	\$ 260,25
2	\$ 2.799,85	\$ 2.469,75	\$ 2.780,89	\$ -330,10	\$ -18,96
3	\$ 2.829,84	\$ 2.627,70	\$ 3.001,94	\$ -202,14	\$ 172,10
4	\$ 2.866,46	\$ 2.733,63	\$ 3.549,49	\$ -132,82	\$ 683,03
5	\$ 2.940,71	\$ 2.921,19	\$ 3.647,46	\$ -19,52	\$ 706,75
6	\$ 2.549,14	\$ 2.843,33	\$ 3.279,01	\$ 294,19	\$ 729,87
7	\$ 2.945,70	\$ 3.026,99	\$ 3.779,64	\$ 81,29	\$ 833,94
8	\$ 2.937,41	\$ 3.164,56	\$ 3.678,45	\$ 227,15	\$ 741,04
				• Max: 294,19 US\$ 6 semanas	• Max: 833,94 US\$ 7 semanas
				• Prom: 200,88 US\$	• Prom: 738,93 US\$

Resumiendo las ganancias (tabla 4) y teniendo en cuenta las diferencias establecidas al aplicar cada madurante, para los tres parámetros de rendimiento industrial, podemos comprobar que en cuanto a TCH la diferencia es a favor del nuevo formulado *Optimus*[®] con 8.9; que en cuanto al porcentaje de sacarosa estuvo un tanto por debajo respecto al Glifosato (-0.5), sin embargo, el formulado de aminoácidos, logra una diferencia positiva de TSH (1.3). Lo que finalmente esto implica una ganancia a favor de *Optimus*[®] de 546 USD, teniendo en cuenta el precio del Kg de azúcar es de 0.42 USD/kg.

Tabla 4. Análisis de ganancias en USD /ha obtenidos con las aplicaciones de cada madurante teniendo en cuenta los tres parámetros de rendimiento industrial TCH, % Sacarosa y TSH..

Parámetro	Optimus	Glifosate	Dif. (Op. - G)
TCH	52,4	43,5	8,9
Sacarosa%	17,0	17,5	(-0,5)
TSH	8,9	7,6	1,3
Ganancia* (US\$/ha)	3,738.00	3,192.00	546.00
*Precio del Azúcar 0,42 US\$/kg			

Sobre los beneficios económicos con la aplicación de madurantes, Arcila y Villegas (1995) manifiestan que es posible aumentar la productividad por unidad de área, con lo cual se puede reducir el área que sería necesario sembrar y las toneladas que sería necesario cortar, alzar, transportar y moler para producir el azúcar adicional que se logra mediante la aplicación del producto.

CONCLUSIONES

1. El nuevo madurador *Optimus*[®] es una alternativa que incrementa el contenido de sacarosa como el standard utilizado comúnmente (glifosato) pero que tiene la ventaja de aumentar el potencial productivo por lo que al final, en este experimento, se obtuvo un aumento del TSH de 8,9 tn.ha⁻¹
2. La alternativa propuesta aplicando *Optimus*[®] como bio-madurador no tóxico en caña de azúcar, es amigable con el ambiente, no ocasiona daños subsecuentes al cultivo (fitotoxicidad), produce beneficios económicos y compite contra los maduradores químicos tradicionales.

REFERENCIAS

- Arcila, J. y Villegas, F. 1995. Uso de maduradores. En CENICAÑA. El cultivo de la caña de azúcar en la zona azucarera de Colombia, Cali. CENICAÑA. P315-335. Disponible en http://www.cenicana.org/pdf/documentos_no_seridados/libro_el_cultivo_cana/libro_p315-335.pdf
- Santana, O.; Díaz, J.C.; Fuentes, J.B.; Ayan, J.; Creach, I. Galan, E., Alfonso, B.; González, L.; González, M.H., Pérez, C. Nuevo madurador natural ambientalmente sano en caña de azúcar. Maducan.
- Cuellar, C. A.; Castro, J.C.; Arana, C.H. 1997. Bioestimulantes de biomasa y rendimiento aplicados en la época de maduración de la caña con y sin glifosato. IV Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar. Cali-Colombia. p. 402-409
- Montano, M. R. 2002. Maduradores en la caña de azúcar. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la caña de Azúcar (ICIDCA). Revista Agricultura Orgánica. Cuba. 2: 12-15.
- Subirós, J.F. 2010. Evaluación de varios productos maduradores solos y combinados con Trinexapac etilo, en las variables de calidad de la var. de caña de azúcar Mex 79-431, azucarera el Viejo, Carrillo, Guanacaste, 2013-14. Disponible en: <https://www.laica.co.cr/biblioteca/servlet/DownloadServlet?c=443...>
- Silva, M. A.; Caputo, M.M. 2012. Ripening and the use of ripeners for better sugarcane management, crop management. Cases and Tools for Higher Yield and Sustainability. F.R. Marin (Ed.). Disponible en: <http://www.intechopen.com/books/crop-management-cases-and-tools-for-higher-yield-and-sustainability/ripening-and-use-of-ripeners-for-better-sugarcane-management>.
- Vargas J. A. 2015. El madurante en el cultivo de la caña de azúcar, control de calidad, evaluación de nuevas alternativas. CATSA. Central Azucarera Tempisque, S.A. Depto. Investigación. Costa Rica. XXXVII Convención y EXPOATAM. ATAM. Veracruz, México. Disponible en: <http://www.catsa.net/wordpress/wp-content/uploads/2014/07/Agricola-Programa-de-Madurante-Comportamiento-y-analisis-8-zafras-CATSA-Costa-Rica.pdf>

Vargas J. A. 2011. Programa de Madurante: Comportamiento y análisis de 8 zafras en Central Azucarera Tempisque, S.A. CATSA. Guanacaste. Costa Rica. Disponible en: <http://www.catsa.net/wordpress/wp-content/uploads/2014/07/Agricola-Programa-de-Madurante-Comportamiento-y-analisis-8-zafras-CATSA-Costa-Rica.pdf>

Tayun, G.C. 2014. Evaluación de madurantes no herbicidas en el cultivo de caña de azúcar. Tesis de Grado. La Gomera, Escuintla Campus de Quetzaltenango. Universidad Rafael Landívar. Fac de Ciencias Ambientales y Agrícolas. Guatemala. Disponible: <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/16/Tayun-Geovani.pdf>.

Larrahondo, J.R.; Villegas, F. 1995. Control y características de maduración. En: CENICAÑA. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cali, CENICAÑA. P 297-313. Disponible en: http://www.cenicana.org/pdf/documentos_no_seridados/libro_el_cultivo_cana/libro_p297-313.pdf

Duran, A. S y Cadena; S. F. 2005. Evaluación de productos alternativos al glifosato como maduradores de la caña de azúcar en las condiciones del Valle del Río Cauca. Universidad Nacional de Colombia. Programa de Agronomía. CENICAÑA. Disponible en: http://www.polidist.com/web/index.php/component/docman/doc_view/37-cdea2006-06-09biqticonencana-comomaduranteorganico