Programa de Madurante: Comportamiento y análisis de 8 zafras en Central Azucarera Tempisque, S.A. CATSA. Guanacaste. Costa Rica.

Jesús Vargas Acosta^{1/}

RESUMEN

En Central Azucarera Tempisque, S.A. se evaluó el Programa de Madurantes su comportamiento y análisis de 8 zafras. Es un ingenio azucarero ubicado en Costa Rica, provincia de Guanacaste, Cantón de Liberia, entre un rango de altitud de 15 a 23 m.s.n.m. Temperatura promedio de 28,3C° y una precipitación anual promedio de 1700 m.m. Se caracteriza porque más del 80% de sus plantaciones están situadas en suelos del Orden Vertisol. Presenta un historial de áreas tratadas con madurantes que van desde 42 al 78% del área propia. Se ha determinado que por condiciones de clima, suelo y componente varietal no se debe aplicar más del 55% de su área. El madurante utilizado es Glifosato 35.6 SL, dosificado por variedad y tonelaje estimado, lo cual en algunos periodos se muestran efectos de sobredosis por reducción de tonelaje real. Se programa con un rango estimado de aplicación – cosecha de 5 a 6 semanas por motivos de seguridad por tratarse de un herbicida sistémico. Sin embargo, desde la 4 semana ya se tiene respuesta de incremento en azúcar. La reducción del área aplicada y cosechada con 9 o más semanas se ha mejorado significativamente. En la zafra 10-11 el 100% de las plantaciones con madurante se cosecharon con menos de 8 semanas, con la mejor recuperación de azúcar de los periodos en análisis de 9 kg az/ton caña sobre el área no tratada. El estudio distingue 4 periodos con acumulados de lluvia anual superior a 2.250 mm. Donde el 49% se concentra en los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre. También se distinguen 3 periodos con acumulados de lluvia por debajo del promedio acumulado anual, con valores inferiores a 1,500 mm. Lo cual ha demostrado que cuando se presentan años con altas precipitaciones superiores a 2.250 mm, se reduce considerablemente la respuesta del madurante en el Primer Tercio de zafra, trasladando su respuesta al Segundo Tercio. Caso contrario ocurre con los años de baja precipitación, inferiores a los 1.500 mm. acumulados en el año. Donde la respuesta al madurante en el primer tercio es significativa, con incrementos hasta un 7% con respecto a las áreas no tratadas, y baja respuesta en el Segundo Tercio. En el Tercer Tercio la aplicación solamente se considera en casos especiales, por lo que en este análisis no se considera su evaluación. Detallar el comportamiento de madurante por tercio de cosecha, brinda una información muy valiosa y real para las condiciones propias de CATSA, que hacerlo de una manera general. Desde la Zafra 2005-2006 el Departamento de Investigación ha centralizado la evaluación de la línea de los madurantes del grupo No herbicidas, donde sobresale el Fosfito de Potasio en mezcla con Glifosato 35.6 SL, con incrementos significativos en kg az/ ton caña y un 18% en ton caña/ha, sobre el tratamiento comercial Glifosato 35.6 SL en condición solo.

^{1/}Central Azucarera Tempisque, S.A. Depto. Investigación jevargas@catsa.net

INTRODUCCIÓN

Central Azucarera Tempisque, S.A (CATSA) es una empresa agroindustrial dedicada a la producción de azúcar y alcohol producto de la siembra y cosecha de la Caña de Azúcar. Con un periodo de zafra aproximadamente de 120 días. Se encuentra ubicada en la Provincia de Guanacaste específicamente en el Cantón de Liberia, entre un rango de altitud de 15 a 23 m.s.n.m. Con una temperatura promedio de 28,3C° y una precipitación promedio de 1700 m.m. Se caracteriza porque más del 80% de sus plantaciones están situadas en suelos del Orden Vertisol o una mezcla Vertisol – Inceptisol con porcentajes de arcilla superiores al 50%.

El programa de aplicación de madurantes se viene desarrollando como una labor más, dentro del programa de mantenimiento y desarrollo de las plantaciones comerciales de CATSA. Básicamente buscando tres objetivos: A-Promover la madurez a corto plazo en el tercio superior del tallo de la caña de azúcar, para la programación de su cosecha preferiblemente en el primero o segundo tercio de la época de zafra. B- Favorecer una reducción de la materia extraña promoviendo una mejor calidad de quema en la cosecha. C- Enciclar áreas desfasadas por época de siembra o componente varietal. Es una actividad muy rentable que se recupera con el incremento de 1.16 kg de azúcar con el madurante Glifosato. Cuya respuesta está ampliamente relacionada con las condiciones climáticas, en especial la manifestación de la precipitación, sobre etapas de gran crecimiento y madurez en la plantación cañera. En la actualidad CATSA cuenta con un registro o base de datos e informes, del comportamiento de los programas de madurantes de las últimas 8 zafras. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio es analizar el comportamiento del programa de madurantes a partir de la Zafra 2003-2004 a la Zafra 2010 -2011. Acción, que la empresa utiliza anualmente como propósito de mejora continua en cada proyecto de madurantes.

MADURANTES QUÍMICOS Y SU USO EN CAÑA DE AZÚCAR

La maduración de la caña de azúcar puede lograrse artificialmente mediante el uso de productos químicos que actúan como bioestimulantes. Estos ayudan a optimizar procesos fisiológicos, contribuyendo a mejorar la producción y la calidad de las cosechas, el bioestimulante es un compuesto orgánico que difiere de un nutriente, porque son pequeñas cantidades las que fomentan, inhiben o modifican de alguna forma los procesos fisiológicos de la planta. En términos sencillos la función de un madurador, es hacer que la planta madure en menor tiempo y que permita prolongar el almacenaje de energía en los tejidos vasculares del tallo para luego ser transformada en azúcar durante el proceso fabril (Arcila 1986).

La mayoría de los productos empleados como madurantes en caña de azúcar son herbicidas, postemergente, sistémicos y de acción graminicida. El Glifosato: N (fosfonometil) glicina, es en la actualidad el madurante más utilizado a nivel mundial, principalmente con el nombre comercial de Roundup debido a su precio accesible, a la

regularidad y magnitud de los efectos que provoca y porque permite un amplio período de cosecha después de su aplicación. El ingrediente activo de glifosato parece reducir los niveles de invertasa ácida en cañas tratadas y, por consiguiente, también disminuye los niveles de glucosa y fructosa. Como resultado de lo anterior, menos sacarosa se desdobla para crecimiento y se almacena en las células, principalmente en las del tercio superior del tallo (Villegas y Arcila 1995).

Cuando se usa Roundup como madurante, un descogolle más alto de las cañas es obligatorio para maximizar la recuperación del aumento en el contenido de azúcar en esos nudos que de otra forma se desechan (Lopéz *et al* 1997).

Las variedades que no presentan efecto alguno por la aplicación de madurante, ni en la coloración del follaje ni en el contenido de sacarosa, se identifican como variedades resistentes al madurante y se deduce que la dosis aplicada no fue suficiente. En las variedades que presentan susceptibilidad o resistencia moderada al madurante, cuando la dosis aplicada es adecuada o cercana a la óptima se observa un amarillamiento ligero del follaje y una desaceleración en el crecimiento de los tallos que es suficiente para incrementar el nivel de sacarosa sin afectar la producción de caña Villegas (1992) citado por (Hernández 2009).

El sector azucarero colombiano ha venido decreciendo en los últimos años en cuanto a biomasa representada en toneladas de caña por hectárea, por diferentes circunstancias combinadas como han sido clima, suelo y algunas prácticas agronómicas como aplicación de madurantes en dosis y concentraciones altas Pineda (1991) citado por (Cuéllar *et al* 1997). En la evaluación de esta situación Cuéllar *et al* (1997) encontró que la mezcla de nitrato de potasio más ácido giberélico codificado, dio buen rendimiento en azúcar y biomasa, por encima del testigo sin aplicación, lo cual se presenta como una buena alternativa para zonas de restricción. Además, concluyeron que el Glifosato mezclado con ácido giberélico codificado, nitrato de potasio y aminoácidos, minimizó 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.

Como criterios para la selección de los lotes para la aplicación de madurante se deben priorizar los cañaverales de socas jóvenes, de variedades de respuesta comprobada a los madurativos, con buenos niveles de producción (mayores a 50-60 t/ha), sin evidencias de haber sufrido estrés severo por sequía, excesos de agua, enfermedades o plagas, con aptitud para la aplicación aérea (topografía, forma, vecindad, tamaño, etc.) y una elevada probabilidad de disponerlos en condiciones adecuadas para efectuar la cosecha dentro del Periodo Óptimo de Cosecha (condiciones de piso, etc.). En cañaverales a renovar, el nivel de exigencia disminuye en cuanto al tema varietal y al nivel productivo (Leggio *et al* 2009).

MATERIALES Y METODOLOGÍA

El programa anual de madurantes se establece con base al programa general de cosecha, con el cual se define el porcentaje del área de aplicación del producto. Así como la selección el producto madurante, dosis respectiva por tonelada de caña estimada. Y el periodo en días aplicación – cosecha. La definición de los parámetros de estas variables es sustentada por una base de datos generada de ocho años de seguimiento la cual contempla: Sección, número de lote, variedad, área, tonelaje estimado /ha, tonelaje real /ha, rendimiento industrial kg. Azúcar / ton caña, producto madurante (dosis teórica y real), edad de aplicación, días aplicación madurante - cosecha, tercio de cosecha. Además se cuenta con una base de datos de precipitación de 20 años, donde se correlaciona el comportamiento de la lluvia y resultados anuales del madurante. Por otro lado, se clasifica la zafra en tres tercios y se identifica en cada uno sus cualidades en cuanto a clima, variedades predominantes, tonelaje predominante, humedad del suelo etc. Como se aprecia en la Figura 1.



La parte operativa de aplicación del madurante está regida por los siguientes parámetros como se aprecia en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Parámetros de aplicación Madurante				
Avión	Air Tractor			
Velocidad aplicación	135-140 millas /hora			
Volumen de aplicación	10 Gal/ha			
Presión	28 p.s.i			
Tipo de boquilla	CP acero inoxidable			
Boquillas Efectivas	60			
Ancho Faja	25 mt			
Altura de vuelo	3-4 mt sobre cultivo			
Bandereo	Electrónico GPS			
N° ha / vuelo	40-45			

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A- Área de Aplicación

Como se aprecia en la Figura 2, CATSA presenta un historial de áreas tratadas con madurantes que van desde 42 al 78% del área propia. Se ha determinado por condiciones de clima, suelo, época de zafra (Dic-Ene-Feb-Mar) y componente varietal. Que la extensión tratada con madurante no debería ser superior al 55%, técnicamente se debe aplicar el primero y parte del segundo tercio de zafra, y solo en condiciones muy especiales un mínimo porcentaje en el tercer tercio. La Figura 3 muestra antecedentes donde se ha aplicado hasta un 34% del área en el tercer tercio. Así como una relación interesante y positiva de tercios de aplicación para la empresa como lo son las zafras: 09-10 y 10-11. Cuyos rendimientos se mencionan más adelante.

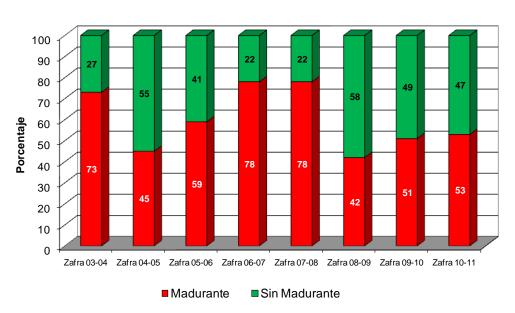
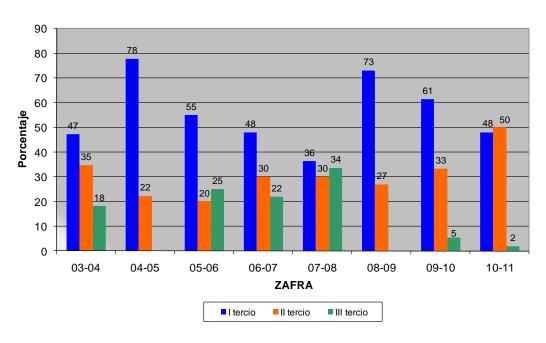


Fig. 2 Porcentaje del área propia aplicada con madurante.

Durante 8 zafras. CATSA





B- Condiciones de Clima (Precipitación)

Como referencia, CATSA muestra un promedio acumulado anual de lluvias de 1.700 mm. valor estadístico de los últimos 25 años. Para el análisis de este estudio es importante tener en cuenta esta variable climática. Por el efecto marcado que ejerce sobre los suelos predominantes de CATSA, donde el 80% corresponden a suelos del orden Vertisol. Estos suelos se caracterizan por tener menos de un metro de profundidad, textura arcillosa (arcillas 2:1 del tipo montmorillonítico). Al inicio de las lluvias, cuando estos suelos están agrietados, el movimiento vertical del agua ocurre a través de las aperturas, con lo que las arcillas del subsuelo se expanden rápidamente sellando el sistema. Bajo estas circunstancias los suelos resultan prácticamente impermeables y por lo tanto se inundan (Henríquez et al 2007). Bajo esta condición de suelo y de acuerdo a como se comporte el invierno durante el año, va a ejercer una correlación positiva o negativa sobre la respuesta a la práctica del madurante, como se menciona más adelante. Ahora, el comportamiento de la precipitación mensual con respecto a las 8 zafras en estudio se aprecia en la Figura 4, se distinguen 4 periodos con acumulados de lluvia anual superior a 2.250 mm. Donde el 49% se concentra en los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre, época que abarca el inicio de la fase de maduración de la caña de azúcar. También se distinguen 3 periodos con acumulados de lluvia por debajo del promedio acumulado anual, con valores inferiores a 1,500 mm. entre estas las zafras 04-05, 06-07 y 09-10.

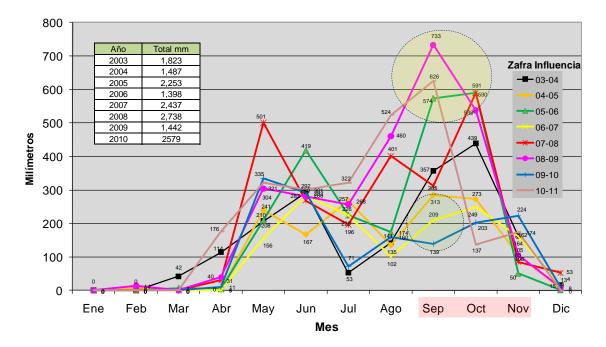


Fig. 4 Comportamiento de la precipitación pluvial del año 2003 al 2010 con zafra de influencia. Estación Polvazales. CATSA

C- Producto Madurante

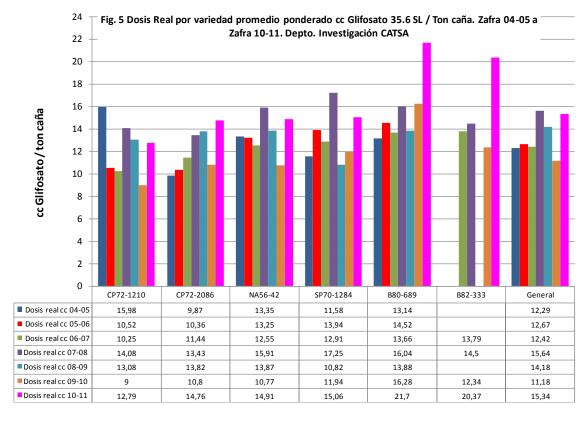
Desde la zafra 2004-2005 se viene utilizando en el 100% del área programada, el madurante herbicida Glifosato 35.6 SL, principalmente por efectividad y su bajo costo. Además por mostrar un rango amplio en el periodo semanas aplicación – cosecha. En CATSA el madurante se dosifica por variedad y tonelaje estimado, como se aprecia en el Cuadro 2. Y se programa con un rango estimado de aplicación – cosecha de 5 a 6 semanas independientemente de la variedad, principalmente por motivos de seguridad por tratarse de un herbicida sistémico. Ya que se desconoce que problemas se pueden presentar durante el transcurso de la zafra, donde la acción de madurante una vez aplicado es irreversible.

Cuadro 2. Programa aplicación de Madurantes. Dosis por Variedad,

Semana aplicación - cosecha y Tercio Cosecha. CATSA

Variedad	Dosis cc Roundup / Ton Caña estimado	Periodo Semanas: Aplicación - Cosecha	Tercio de Cosecha	
B 80-689	13	8-10	II, III	
NA 56-42	12	6-8	I,II	
CP 72-2086	10	6-7	[
SP 79-2233	8	5-6	1	
SP 70-1284	11	6-8	I,II	
CP 72-1210	10	6-7	I	
B 82-333	15	8-10	II, III	

Al programarse la dosis del madurante Glifosato 35.6 SL por tonelaje estimado se presenta el riesgo de sobre o sub dosificar una plantación. La Figura 5 muestra el comportamiento de esta variable durante las zafras en estudio. Donde la zafra 10-11 en general evidenció una sobre dosificación en todas las variedades.



El periodo de semanas aplicación – cosecha es una de las variables más importantes de manejo en un programa de madurantes. En CATSA ya a partir de la 4 semana se detecta una respuesta significativa de incremento en kg azúcar / ton caña por efecto del madurante Glifosato 35.6 SL. Sin embargo, se mantiene una ventana hasta las 8 semanas como periodo máximo en la mayoría de sus variedades comerciales. Por esta razón, el objetivo del programa es cosechar el mayor el porcentaje del área aplicada con madurante antes de las 8 semanas. Con esto contrarrestamos un posible efecto sobre dosis. Como se aprecia en la Figura 6 la reducción del área aplicada y cosechada con 9 o más semanas se ha mejorado significativamente. Por otro lado, probablemente el efecto sobre dosis mostrado por la zafra 10-11 fue superado, al cosechar el 100% las plantaciones con madurante con menos de 8 semanas.

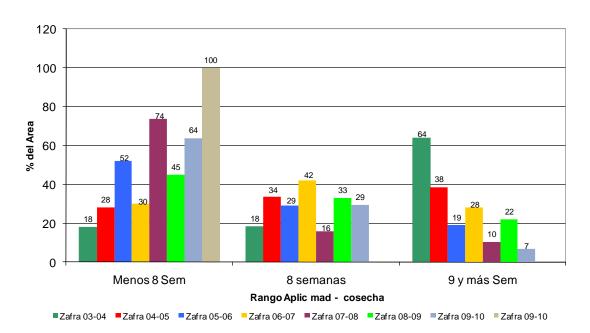


Fig. 6 Área cosechada en porcentaje con respecto a semana aplicación cosecha madurante Glifosato. Datos de 8 zafras. CATSA

D- Respuesta Del Madurante

La respuesta del madurante sobre la variable kg. azúcar / ton. caña, se va a examinar de manera general como programa, en este aspecto de las zafras analizadas se observa respuestas desde 1.97 hasta 9 kg. azúcar Figura 7. También se va a considerar y detallar por tercio de cosecha, cuyo análisis brindará una información muy valiosa y real para las condiciones propias de CATSA. Para ello, los tercios de cosecha se esquematizan en la Figura 1. Por lo tanto, cuando más adelante en este análisis se describan gráficas basadas en tercio de cosecha, para mayor comprensión es importante ubicarse en esta Figura 1. De manera general la zafra 2010-2011 mostró amplia respuesta al madurante con respecto a las 7 zafras anteriores. Con una diferencia de 9 kilogramos de azúcar sobre el área no tratada con madurante, como puede verse en la Figura 7. Esto a pesar, de que la zafra estuvo influenciada por un acumulado importante de lluvia (2.579 mm.). Sin embargo, en cuanto al rendimiento Toneladas de Azúcar /ha este valor si fue

superado por los periodos anteriores como se puede observar en la Figura 8. Desde luego, esta última variable está directamente influenciada por el bajo tonelaje resultante de la Zafra 10-11. Aun así, siempre con esta variable se mantiene como el periodo de mayor diferencia, entre el área tratada y no tratada con madurante del presente estudio.

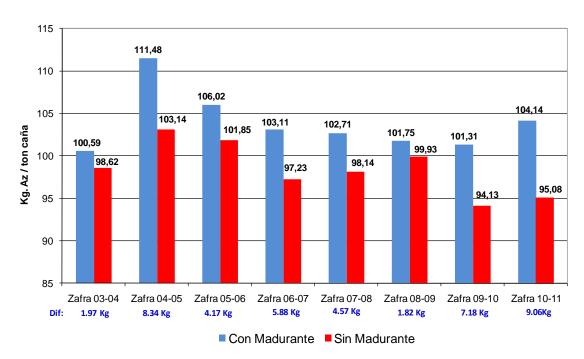
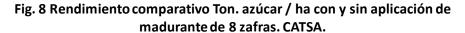
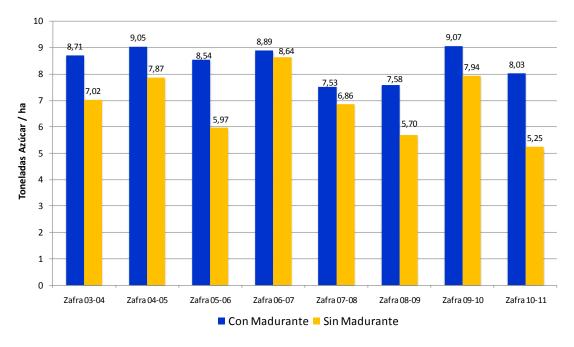


Fig. 7 Comportamiento final de áreas con y sin aplicación de madurante. Ponderado kg az / ton caña. De 8 Zafras. CATSA





E- Comportamiento Primero y Segundo Tercio

CATSA en las 8 zafras de estudio de acuerdo al tercio de cosecha, muestra una respuesta del madurante, correlacionada con el comportamiento de la lluvia antes del inicio de cada periodo de zafra. Por ejemplo, cuando se presentan años con altas precipitaciones superiores a 2.250 mm, se reduce considerablemente la respuesta del madurante en el Primer Tercio de zafra. El último periodo 2010-2011 no ha sido la excepción como puede verse muy bien en la Figura 9. Donde la respuesta es solamente de 2% con respecto al área sin tratar. Se han dado casos especiales, como la Zafra 2008-2009 donde no hubo respuesta en este tercio bajo una precipitación record de 2.738 mm.

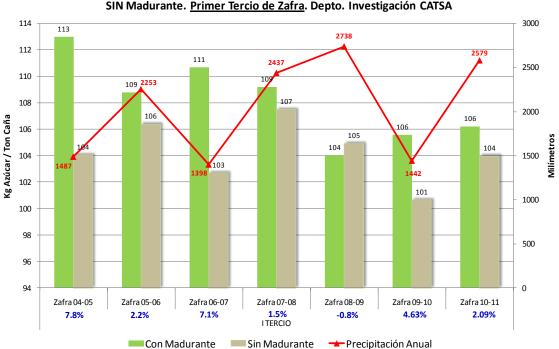


Fig. 9 Relación de la Precipitación Anual y el Rendimiento Kg Azúcar/Ton caña CON y SIN Madurante. <u>Primer Tercio de Zafra</u>. Depto. Investigación CATSA

Caso contrario ocurre con los años de baja precipitación, inferiores a los 1.500 mm. acumulados en el año. En estos casos, la respuesta al madurante en el primer tercio es significativa (Figura 9), con incrementos hasta un 7% con respecto a las áreas no tratadas como lo fue la zafra 06-07 como se aprecia en la Figura 9.

Por otro lado, para el Segundo Tercio de cosecha como se refleja en la Figura 10, en CATSA la mejor respuesta a la aplicación de madurante se ha trasladado en aquellas zafras enmarcadas con alta precipitación. Desde luego, es importante destacar en cada periodo la distribución de la lluvia. Para la zafra 10-11, se destaca un acontecimiento importante con respecto a los años lluviosos, y es la reducción considerable de la precipitación en el mes de Octubre como se percibe en la Figura 11. Este evento probablemente ha destacado a esta zafra, como una con las mejores respuestas al madurante en su segundo tercio, del grupo de zafras antecedidas con alta precipitación, con un 7.57% sobre los sectores no tratados. En este Segundo Tercio queda en

evidencia la baja respuesta al madurante de los años de reducida precipitación que influyeron en las zafras: 04-05, 06-07 y 09-10. Es interesante tener presente el comportamiento hacia el madurante de la Zafra 08-09, la cual no presentó respuesta en ninguno de estos tercios analizados. En el Tercer Tercio la aplicación solamente se considera en casos especiales, por lo que en este análisis no se considera su evaluación.

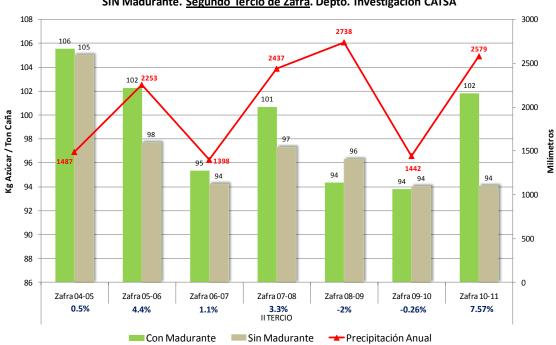
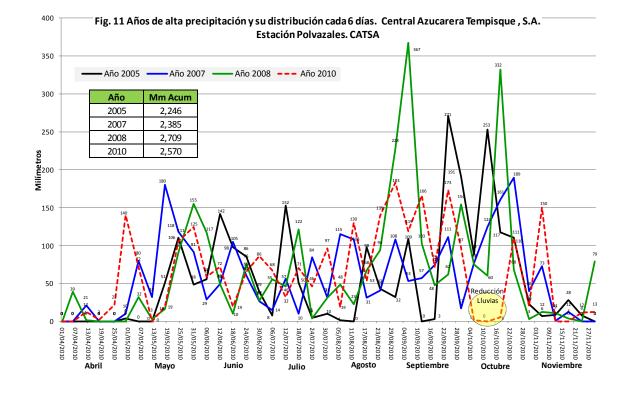


Fig. 10 Relación de la Precipitación Anual y el Rendimiento Kg Azúcar/Ton caña CON y SIN Madurante. <u>Segundo Tercio de Zafra</u>. Depto. Investigación CATSA



F- Investigación en Madurantes

Desde la Zafra 2005-2006 el Departamento de Investigación se ha centralizado en la evaluación de la línea de los madurantes del grupo No herbicidas, con el objetivo de reducir el efecto sobre el rendimiento agrícola sin comprometer la estabilidad de los futuros retoños. Y desde luego, sin merma o detrimento del rendimiento en azúcar y calidad de los jugos. Por otro lado, como una alternativa más amigable con el medio ambiente. Sin embargo, estos productos en los experimentos han sido ampliamente superados tanto en efectividad como en costos, por el madurante herbicida tradicional Glifosato 35.6 SL. Por esta razón, en CATSA las investigaciones actuales se han dirigido en la mezcla física de los dos tipos de madurantes, con la finalidad de aprovechar sus fortalezas. En la zafra 09-10 ya se evaluó comercialmente su efecto, en primera instancia sobre el rendimiento en azúcar, cuyos resultados se aprecian en el Cuadro 3, donde un tratamiento superó en esta variable al madurante herbicida. Es importante detallar el dato mostrado del % de Materia Extraña en los tratamientos evaluados, donde el valor más bajo lo presenta el tratamiento Glifosato 35.6 SL (testigo), que probablemente se justifique por su dosis y acción sobre el follaje de la plantación, favoreciendo con más eficiencia la acción de la quema para la acción de la cosecha mecánica. Sin embargo, quedaba la interrogante sobre el comportamiento en el rendimiento agrícola es decir en las toneladas de caña por hectárea.

Cuadro 3. Resultados variables industriales análisis core sampler. Tratamientos madurantes. Sección Saltillo. Variedad NA56-42. CATSA. Zafra 2009-2010.

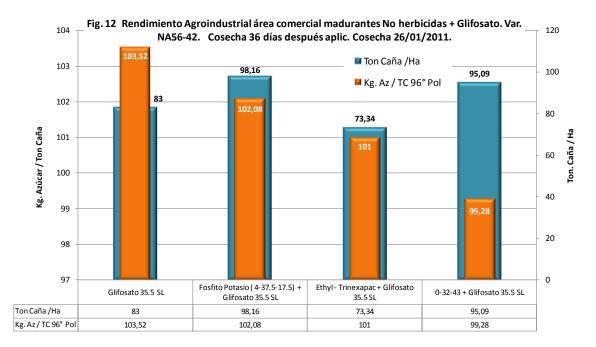
Tratamientos	Dosis / ha	Brix	Pol	Pureza	Kg Az 96° Pol	^{1/} C.V. Kg Az	% Materia Extraña
0 - 32 - 43 + Glifosato 35.6 SL	1 kg + 0,5 lt	19,32	15,62	80,7	93,66	11,17	7,11
0 - 25 - 20 + Glifosato 35.6 SL	0,50 lt + 0,5 lt	20,21	16,74	82,84	98,71	9,14	6,56
Glifosato 35.6 SL	1 lt	19,43	17,74	86,86	96,85	11,05	5,83

^{1/}Coeficiente Variación

En la zafra 10-11 se evaluaron comercialmente 4 tratamientos, entre estos incluido el testigo tradicional. De los madurantes no herbicidas se evaluaron: El fitoregulador (Ethyl-Trinexapac) del grupo químico Ciclohexadiona. Un fertilizante foliar (0-32-43) con ADTA y micronutrientes. Y el Fosfito de Potasio con fórmula (4-37.8-17.5). Las dosis (Cuadro 4) utilizadas de estos productos en mezcla con el madurante herbicida, corresponden a la mitad de la dosis de la que se emplea cuando son aplicados como un solo producto, e inclusive la del Glifosato 35.6 SL.

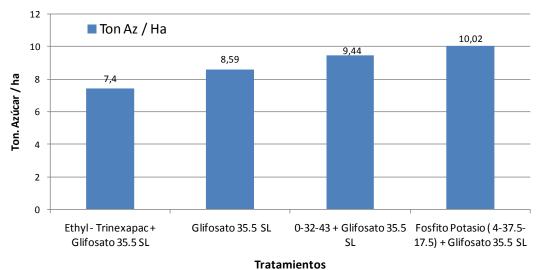
Cuadro 4. Tratamientos de madurantes no herbicidas en mezcla con Glifosato. Zafra 10-11. CATSA

Tratamiento	Dosis / ha		
Glifosato 35.5 SL	1,2 Lt		
Fosfito Potasio (4-37.5-17.5) + Glifosato 35.5 SL	1,50 Lt + 0,60 Lt		
0-32-43 + Glifosato 35.5 SL	1 Kg + 0,60 Lt		
Ethyl - Trinexapac + Glifosato 35.5 SL	0,45 Lt + 0,60 Lt		



Como se aprecia en la Figura 12 el tratamiento tradicional Glifosato 35.6 SL muestra el mayor rendimiento en Kg. Azúcar / ton caña. Sin embargo, su diferencia es muy reducida con el tratamiento Fosfito de Potasio + Glifosato 35.6 SL. En este caso, la conformación de la mezcla con Glifosato 35.6 SL parece que dio los resultados esperados. Igual sucede con el 0-32-43, con este producto en las anteriores investigaciones como tratamiento solo, el margen de diferencia en Kg. Azúcar fue muy amplio hasta de 8 a 9 kg menos con respecto al Glifosato 35.6 SL. Lo más sorprendente de estos dos productos (Fosfito de Potasio y 0-32-43) es el rendimiento mostrado en la producción agrícola (ton caña/ha) Figura 12 y Ton. Azúcar/ha (Cuadro 14) muy superiores al tratamiento del madurante Glifosato 35.6 SL como tal, y este en combinación con Ethyl - Trinexapac. Es de esperarse este resultado básicamente por ser fertilizantes foliares altos en Fósforo, Potasio y micronutrientes.

Fig. 13 Toneladas de azúcar por hectárea. Evaluación madurante no herbicidas en mezcla con Glifosato. Var. NA56-42. Zafra 10-11. CATSA



El Ethyl - Trinexapac es un caso especial, ya que de los madurantes no herbicidas evaluados con anterioridad, era el que más se equiparaba con el Glifosato 35.6 SL en el rendimiento Kg Azúcar /ton caña. Pero por un precio muy elevado del producto en el mercado, su utilización lo hace no competitivo dentro del programa. Por esta razón, se pensó en combinarlo con Glifosato 35.6 SL. Sin embargo, el resultado de Ethyl - Trinexapac en mezcla con Glifosato 35.6 SL en esta investigación, afectó notoriamente el rendimiento ton caña/ha (Figura 12).

Los resultados de estas investigaciones son muy importantes. Y sigue mostrando que el Glifosato 35.6 SL continúa como líder madurante en concentración de azúcar. Y la Figura 14 lo ratifica, donde lo coloca como el tratamiento que necesita menos tonelaje para producir una tonelada de azúcar. Ahora, el Fosfito de Potasio en mezcla con Glifosato 35.6 SL se vislumbra como una excelente alternativa, principalmente para aquellas áreas ciclo planta, donde normalmente en CATSA se presentan los mejores rendimientos agrícolas, muchas de ellas establecidas en suelos del orden Vertisol.

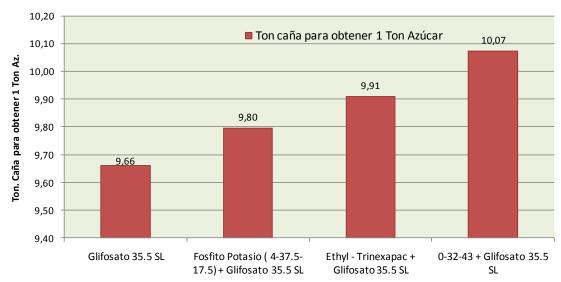


Fig. 14 Toneladas de caña para obtener 1 tonelada de azúcar. Evaluación Madurante No herbicidas en mezcla con Glifosato . Zafra 10-11 CATSA

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1- La elaboración, seguimiento y actualización de una base de datos de los programas de madurantes, se ha constituido en una herramienta importante en su proceso de mejora continua.
- 2- El porcentaje de área propia tratada con madurante se ha centralizado en un rango del 42 al 78%. Se recomienda por condiciones de clima, suelo y componente varietal no aplicar más del 55% abarcando el primero y parcialmente el segundo tercio de zafra.

- 3- Con el madurante Glifosato se ha encontrado respuesta significativa de incremento de azúcar a partir de la cuarta semana de aplicación. Sin embargo, se recomienda que el programa inicie con una base de 5 semanas, con ello podemos compensar variaciones en los tonelajes estimados, repuesta varietal. Y así evitar cosechar área en la ventana de más de 8 semanas.
- 4- La respuesta de la práctica del madurante como programa en las zafras evaluadas es variable bajo un rango de 2 a 9 kg de azúcar / ton caña. El análisis de comportamiento por tercio de cosecha brinda un panorama más indicado para su análisis.
- 5- Se evidencia la influencia del acumulado anual de la lluvia sobre la respuesta del madurante ya sea sobre el primero o segundo tercio de cosecha. En este caso, se recomienda continuar con las dosis ya definidas y establecidas por variedad y su tonelaje estimado. No aumentar la dosis tratando de contrarrestar efecto "comportamiento del invierno", a no ser aquellas áreas que van para renovación.
- 6- En investigación el tratamiento evaluado Roundup + Fosfito de Potasio sobresalió en cuanto a producción ton. Azúcar / ha. Por sus características, sería importante proyectarlo para aplicaciones ciclo planta, identificadas con alto rendimiento en especial las ubicadas en suelos Vertisoles.
- 7- Se identifica un efecto de reducción en el tonelaje por causas de error en el estimado, que provoca un incremento de la dosis real del madurante sobre las plantaciones. Este factor que no solo está afectando este programa, sino la programación general de la zafra, se viene convirtiendo en un problema de difícil mejora. Por esta razón, en el caso de madurantes la mejor herramienta para paliar esta circunstancia es mantener la calidad de la aplicación.

LITERATURA CITADA

- Arcila Arias, J. 1986. Maduración química de la caña de azúcar (Saccharum Officinarum L.) <u>In:</u> Curso el cultivo de la Caña de Azúcar. Memorias. Cali, Colombia, Tecnicaña. p: 323-347.
- CENICAÑA (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia) 1995. El Cultivo de la Caña en la Zona Azucarera de Colombia. Cassalett, C.; Torres, J.; Isaacs, C. (eds.). Cali, Colombia. 320 p.
- Cuéllar, J.; Castro, J.; Arana, C. 1997. Bioestimulantes de biomasa y rendimiento Aplicados en la época de maduración de la caña con y sin Glifosato. In IV Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar. Memorias Tomo I. 24-26 Septiembre 1997. Cali, Colombia. p: 409-417

- Henríquez, C.; Cabalceta, G.; Bertsch, F.; Alvarado, A. Asociación Costarricense del Suelo. Principales suelos de Costa Rica. Consultado 29 Agosto 2011

 Disponible en: http://www.mag.go.cr/bibioteca_virtual_ciencia/suelos-cr.html
- Hernández, J. 2009. Sistematización de experiencias en el uso de diferentes madurantes en el cultivo de la caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) en Guatemala Proyecto de Graduación, Licenciado Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 52 p.
- Leggio, F.; Romero, E.; Fernández, J.; y otros. 2009. Maduración química de la caña de azúcar. Recomendaciones. <u>In</u>: Manual Cañero. Romero, R.; Diganzelli, J.; Scandaliaris, J. 1a ed. Estación Experimental Agroindustrial Obispo. Colombres Tucumán, Argentina. p. 175-183. Consultado 1 Agosto de 20011. Disponible en http://www.eeaoc.org.ar/cania/MC_C14.pdf
- López, H.; Urrutia, V.; Erales, R. 1997. Actualización en el uso de Madurantes Monsanto. Curso Técnico. Guatemala, Septiembre de 1997. 54 p.