

COMPORTAMIENTO AGROINDUSTRIAL DE LAS VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp*) Y ESTRATEGIAS DE COSECHA EN CENTRAL PROGRESO.

Juan José Vásquez Condado
quimicojj@hotmail.com
David Nicolás Rodríguez Utrera
labcampo@cepsa.com.mx

RESUMEN

En Central Progreso el balance varietal de la zafra 2014-2015 indica que el 75.7 % de la superficie cosechada depende de dos variedades; la Mex 69-290 de madurez media y la CP 72-2086 de madurez temprana, por otra parte, la renovación del campo también implica una debilidad ya que el volteo de cepas no se cumple en más del 10 %.

Aun con las limitantes mencionadas, las condiciones edafoclimáticas de la zona de abastecimiento son favorables para la concentración de sacarosa y la cosecha de las variedades de acuerdo a su madurez han sido estrategias que han colocado al ingenio de Central Progreso dentro de los primeros lugares en sacarosa % caña en el país.

Este trabajo busca replantear un modelo para mejorar las estrategias de cosecha de las variedades comerciales en Central Progreso en base al comportamiento de la sacarosa durante la zafra y buscar el mayor beneficio agroindustrial; para tal efecto, se recurrió a las estadísticas y tendencias de las curvas de madurez para detectar los máximos potenciales de cada variedad y el periodo óptimo de cosecha, así como, para determinar las variedades a incrementar, reducir o reubicar su siembra en la zona de abastecimiento.

Con este modelo se puede obtener un incremento en la sacarosa en los dos primeros tercios de la zafra con una proyección de 14.70 %; si comparamos con la sacarosa % caña que se obtuvo en la zafra 2014-2015 que fue de 14.427 representa 0.273 unidades porcentuales más de sacarosa que representaría un incremento de producción de azúcar de aproximadamente 1,800 toneladas de azúcar.

Palabras clave: Balance varietal, curva de madurez, condiciones edafoclimáticas.

ABSTRACT

In the sugar mill Central Progreso, the varietal balance of the sugar harvest 2014-2015 indicates that the 75.7 % of the harvested area depends on two varieties; the Mex 69-290 with middle maturity and the CP 72-2086 with early maturity; on the other hand, the renewal of the field implies a weakness because the crop rotation is not met in more than 10% of the crops.

Even with the mentioned limitants, the edaphoclimatic conditions of the supply area are favourable for the sucrose concentration, and the harvest of the varieties according to their maturity have been strategies that have placed Central Progreso in the first places of sucrose % sugar cane in the country.

This work attempts to find a new model to improve the strategies of harvesting of the commercial varieties in Central Progreso based on the behaviour of the sucrose during the harvest which will bring a bigger agroindustrial benefit; for that matter, statistics and trends of the maturity curves have been used to detect the maximum potential of each variety and the optimal time for the harvest, yet to determine the varieties that must be increased, reduced, or relocate its planting in the supply zone.

With this model an increase of the sucrose in the two first thirds of the harvest with a projection of 14.70% may be obtained; If compared with the sucrose % sugarcane obtained at the harvest 2014-2015 which was of 14.427, it represents 0.273 more percent units which represent an increase of approximately 1,800 tons in sugar production.

Key words: varietal balance, maturity curve, edaphoclimatic conditions.

INTRODUCCION.

En México la industria azucarera es, históricamente, una de las más importantes, debido a su relevancia económica y social en el campo; genera más de dos millones de empleos, tanto en forma directa como indirecta; se desarrolla en 15 entidades federativas y 227 municipios, generan un valor de producción primaria de alrededor de 30 mil millones de pesos. SAGARPA 2011 http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Documents/Cultivos_Agroindustriales.

La producción de azúcar en el campo cañero inicia con la selección de la variedad al momento de la siembra, esta labor, aunque es básica para alcanzar altos rendimientos de caña y azúcar, no siempre se realiza como debe de ser, para el caso de Central Progreso en el año 2010 el Colegio de Post graduados como parte del proyecto FONAGA-PROFERTIL determinó que el balance varietal era una debilidad y una de las causas de la baja productividad ya que aproximadamente el 80 % de la superficie cultivada dependía de dos variedades; la Mex 69-290 de madurez media y la CP 72-2086 de madurez temprana, por otra parte, la renovación del campo también implica una debilidad ya que en promedio de los últimos cinco zafros solo se ha volteado el 13 % de la superficie cosechable con mínimos de 4.2 % en la zafra 2014-2015.

Aun con las limitantes mencionadas, las condiciones edafoclimáticas de la zona de abastecimiento son favorables para la concentración de sacarosa y la cosecha de las variedades de acuerdo a su madurez han sido estrategias que han colocado al ingenio de Central Progreso dentro de los primeros lugares en sacarosa % caña en el país.

Este documento concentra las estadísticas generales de las variedades en cultivo y estrategias de cosecha para la zona de abastecimiento con el fin de incrementar los rendimientos agrícola e industrial.

ANTECEDENTES.

En la agroindustria azucarera, el componente varietal es uno de los aspectos de mayor importancia ya que de él depende el incremento en la productividad del cultivo. Uno de los factores básicos al momento de seleccionar una variedad es determinar el potencial azucarero y su tipo de maduración a través de la zafra.

El departamento que se encarga de seleccionar el material a moler es el laboratorio de campo que en base al análisis del jugo de las muestras que representan el área a cosechar determinan los parámetros de sólidos disueltos (brix), sacarosa % jugo, azúcares reductores y porcentaje de humedad en la sección 8-10 y en base a esta información se construyen las curvas de comportamiento de sacarosa de cada una de las variedades comerciales a cosechar.

Deuer, 1988 citado por Larrahondo considera los estados de maduración de la caña en tres formas; la botánica que se establece después de la emisión de flores y la formación de semillas que pueden dar origen a una nueva planta; mientras que la fisiológica se alcanza cuando los tallos logran su potencial de almacenamiento de sacarosa, por otra parte, la madurez económica está sobre la perspectiva de las prácticas agronómicas y su sentido de obtener el mayor rendimiento agroindustrial.

Como es sabido, la Maduración de la caña de azúcar se ve afectada por factores tanto externos como internos entre los que podemos mencionar.

- ✓ La Humedad. Factor dominante para la síntesis y traslocación de los azúcares. Al momento del corte, es necesario reducir el contenido de humedad para aumentar la calidad del jugo.
- ✓ La Temperatura. Es el más influyente en la maduración de la caña de azúcar.
- ✓ La Luminosidad. Es la fuente principal de energía para la fotosíntesis. Martin y Eckart (citados por Humbert, 1970), demostraron que al disminuir la luz aumenta la temperatura de los tallos primarios.
- ✓ Los Nutrientes. Afectan el crecimiento y desarrollo de la planta y su maduración.
- ✓ La aplicación excesiva, desfasada de fertilizantes y de materia orgánica o de riegos continuos con efluentes de las fábricas dificulta la maduración adecuada de la caña y a la brotación excesiva de renuevos o chupones de muy baja calidad.

Si revisamos las estadísticas del balance varietal en la zafra 1998/1999 la producción se centraba en tres variedades la CP 44-101 (37.90 %), Mex 69-290 (33.12%) y CP 72-2086 (9.84%) que cubrían el 80.86 % con un balance de 49.69 % de variedades de madurez temprana y 50.31 % de variedades de madurez media.

La tendencia del balance varietal en Central Progreso ha sido el incrementar ligeramente las variedades de enlace denominadas así por alcanzar sus valores máximos de madurez después del mes de Febrero, en el gráfico No. 1 se presenta las estadísticas de las últimas seis zafras el balance varietal que se ha cosechado ha sido con una tendencia de más de 55 % de variedades de madurez media y el 45 % de variedades de madurez temprana y de enlace.

Ahora, para determinar el balance varietal óptimo con la que debe contar el ingenio es importante considerar la capacidad de molienda del ingenio, sus metas de producción de azúcar, potencial productivo y el balance varietal en base a la madurez para programar cada variedad en su máxima concentración de sacarosa, para el caso de Central Progreso con una meta de producción de 100,000 toneladas de azúcar se debe de moler en promedio 800,000 toneladas de caña con un rendimiento fabril de 12.5 % es importante realizar el análisis a partir del comportamiento de cada variedad de acuerdo a su madurez y el periodo en donde alcanza sus máximo potencial de sacarosa.

MATERIALES Y METODOS.

Para la construcción de los gráficos y tablas se recurrió a las estadísticas del departamento técnico y laboratorio de campo, el análisis se sometió a ecuaciones de correlación polinómica de segundo grado para determinar la proyección de la sacarosa después de los datos de muestreo de laboratorio de campo.

Se analizó el comportamiento de cada variedad de acuerdo al gráfico de la sacarosa contra tiempo de muestreo para determinar el periodo óptimo de cosecha.

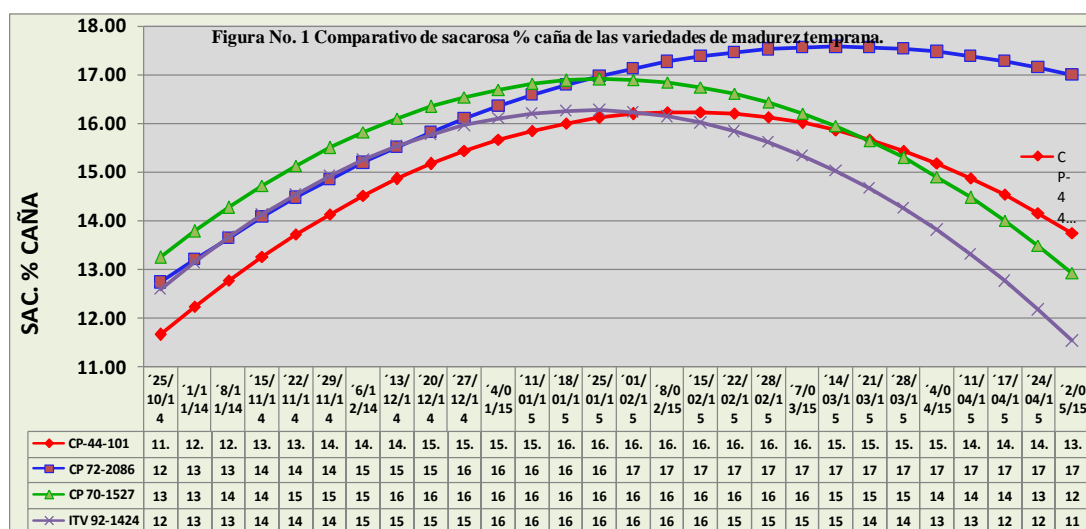
Se considero el tiempo óptimo de zafra el periodo del mes de Diciembre al mes de Abril de acuerdo a las estadísticas de molienda de las últimas cinco zafras.

RESULTADOS Y DISCUSION.

Comportamiento de las variedades de madurez temprana.

Dentro de esta clasificación tenemos consideradas las variedades CP 72-2086, CP 70-1527, ITV 92-1424 y CP 44-101 con las cuales cubrimos el 96.57 % del total de la superficie con esta madurez, en el Gráfico No.2 podemos observar sus valores máximo de sacarosa y el periodo optimo de cosecha.

De acuerdo al comportamiento de sacarosa de cada variedad, la figura No. 1 presenta el comportamiento de sacarosa de las variedades de tempranas y podemos deducir que la variedad CP 70 1527 es la variedad que inicia con los valores más altos de sacarosa con respecto al resto de las variedades tempranas, también observamos que el periodo optimo para la cosecha difiere de acuerdo a la variedad siendo la CP 72-2086 quien mantiene los máximos de sacarosa después de la segunda quincena de febrero.



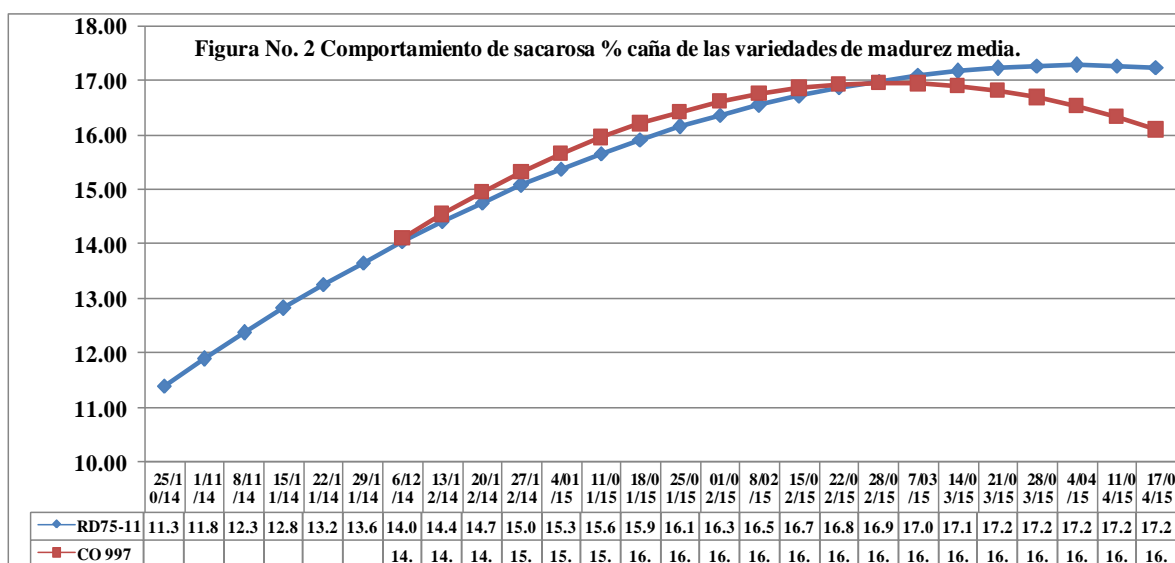
Con la información de las curvas de madurez se construyó la matriz (Tabla I) que señala los periodos óptimos de cosecha cabe señalar que variedades como la ITV 92-1424 el desfasamiento más allá del periodo marcado porque implica una caída de más de 4 puntos porcentuales de sacarosa y se expone a manifestar la enfermedad de raya roja (*Xanthomonas albilineans*) en áreas con mal drenaje y altas temperaturas.

Tabla I Periodos optimos de cosecha variedades tempranas de acuerdo al comportamiento de la sacarosa.

VARIEDAD	Sacarosa % caña			Periodo optimo de cosecha	
	Máximo	Mínimo	Promedio	Inicio	Final
CP 70-1527	17.09	12.55	15.43	Diciembre	Madiados de Enero
CP 72-2086	17.60	12.96	16.24	Mediados de Enero	Febrero
CP 44-101	16.04	11.79	14.70	Enero	Mediados de Febrero
ITV 92-1424	16.47	12.35	14.51	Mediados de Diciembre	Enero

Comportamiento de las variedades de enlace

Dentro de esta clasificación tenemos consideradas las variedades RD 75-11 y la CO 997 con las cuales cubrimos el 6.10 % del total de la superficie con esta madurez, de acuerdo al comportamiento de sacarosa de las variedades de enlace que se presentan en la figura No. 2 podemos deducir que la variedad RD 75-11 inicia con valores de sacarosa % caña ligeramente por debajo de la variedad CO 997 aunque para esta variedad a partir de la primera semana de Marzo se observa una caída de más de 0.5 % de sacarosa mientras la variedad RD 75-11 mantiene la tendencia de incremento prácticamente hasta el cierre de la zafra por lo cual se tendría que reubicar en lotes de madurez de enlace que contengan variedades de madurez media.



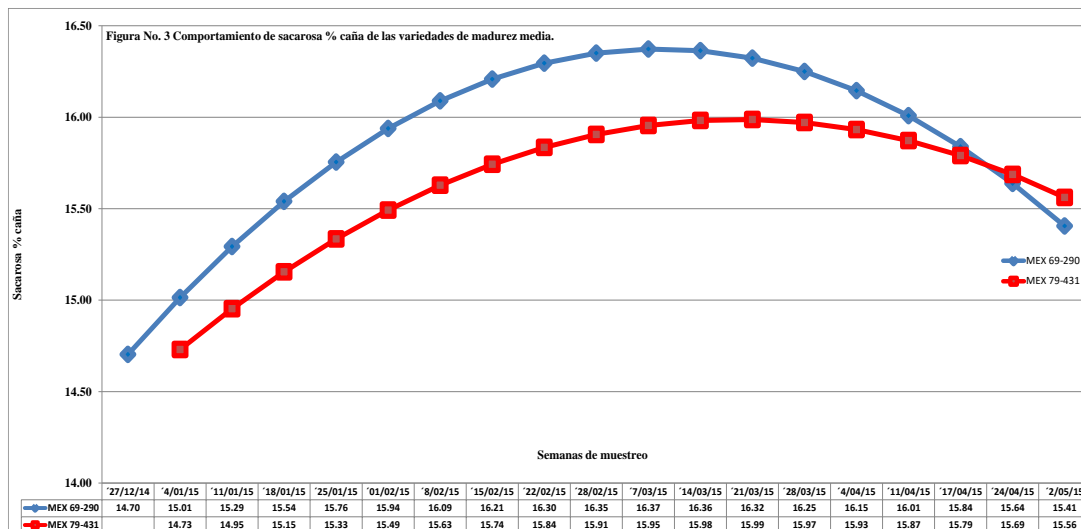
Para las variedades de enlace se procedió a realizar la matriz (Tabla II) que señala los periodos óptimos de cosecha para las variedades de enlace.

VARIEDAD	SACAROSA % CAÑA			PERIODO OPTIMO DE COSECHA	
	Máximo	Mínimo	Promedio	Inicio	Final
RD 75-11	17.95	13.79	16.49	Mediados de Febrero	Finales de Marzo
CO 997	16.77	14.05	15.94	Mediados de Febrero	Mediados de Marzo

Comportamiento de las variedades medias.

Dentro de esta clasificación tenemos consideradas las variedades Mex 69-290 y la Mex 79-431, con las cuales cubrimos el 52.76 % del total de la superficie con variedades de este tipo de madurez, en la figura No. 3 podemos observar que la variedad Mex 69-290 inicia con una concentración de sacarosa más alta que la Mex 79-431 y prácticamente así se mantiene durante todo el periodo de muestreo.

También se resalta que el máximo potencial de concentración de sacarosa para la variedad Mex 69-290 se presenta entre la primera y segunda semana de Marzo y el decremento es tan pronunciado que al final del muestreo representa aproximadamente el 40 % de caída en el valor de la sacarosa, lo cual indica que esta variedad no se puede sostener para el final de la zafra.



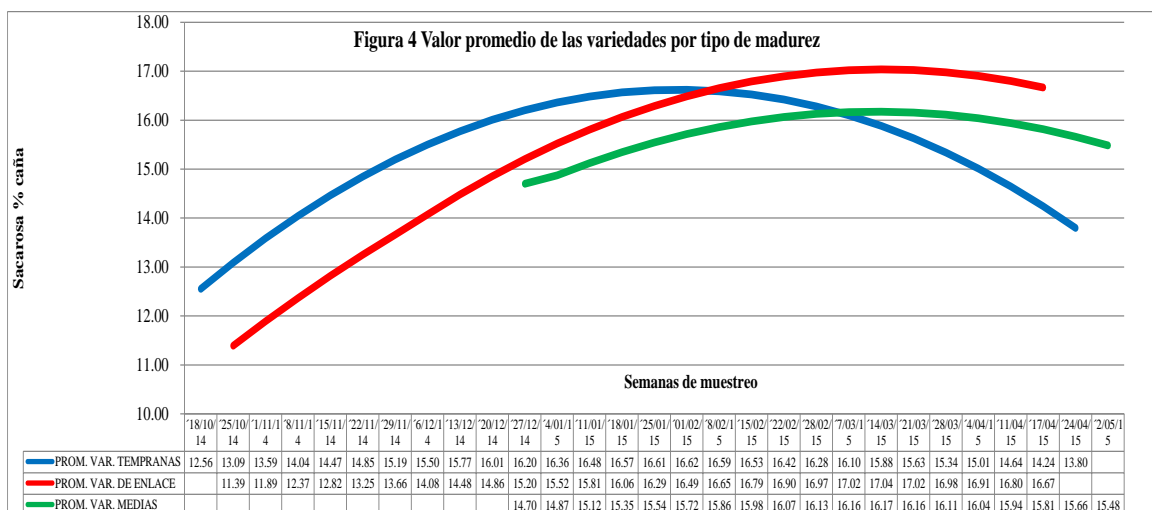
Por otra parte, la variedad Mex 69-290 muestra una desproporción en el porcentaje de la superficie cultivada ya que sobrepasa la recomendación técnica de no tener más del 20 % de una sola variedad y la variedad Mex 79-431 no supera a la Mex 69-290 en su contenido de sacarosa aunque nos puede dar mejor concentración de sacarosa al cierre del mes de Abril con respecto a la Mex 69-290, sin embargo, pocos han sido los productores que la consideraran como una opción en lotes de madurez media.

Para las variedades de madurez media, la tabla III señala los periodos óptimos de cosecha donde se plantea como el periodo que comprende de un mes para desalojar el total de la caña con esta variedad; aunque como es sabido al no contar con una variedad de madurez tardía la caída de la sacarosa se presenta desde mediados de Abril y cuando las condiciones son de sequía en los primeros meses del año esta caída se puede presentar desde el mes de Marzo.

Tabla III Periodos óptimos de cosecha variedades madurez media de acuerdo al comportamiento de la sacarosa

VARIEDAD	Sacarosa % caña			Perido óptimo de cosecha	
	Máximo	Mínimo	Promedio	Inicio	Final
MEX 69-290	16.37	14.70	15.87	Mediados de Marzo	Mediados de Abril
MEX 79-431	16.23	14.58	15.64	Mediados de Marzo	Mediados de Abril

En resumen, se construyó un gráfico que se representa en la Figura No. 4 y que muestra los valores promedio de sacarosa de los tres tipos de madurez y se puede observar las fechas en que se alcanzan los valores máximos de sacarosa y donde se intersectan las curvas que para el caso de las variedades de enlace el punto de intersección está bien marcado en la primera semana de Febrero mientras que las variedades de madurez media el punto de intersección se encuentra en la primera semana de Marzo aunque resalta que los valores de concentración de sacarosa de este tipo de variedades no superan a las variedades de enlace.



Balance y dinámica varietal.

En la tabla IV se presenta las variedades industrializadas en la zafra 2014-2015 donde podemos observar que se molieron 319,749 toneladas (39.74 %) de variedades tempranas, si consideramos la capacidad utilizada de molienda de la zafra que fue de 5,030 t/día se tuvieron 63 días para desalojar el total de variedades de esta madurez presentando un déficit de aproximadamente 75,500 toneladas de variedades de madurez temprana para evitar el bache que se forma cuando incrementamos a más del 50 % la molienda de variedades de madurez media antes de su periodo óptimo de cosecha..

Tabla IV Variedades industrializadas por tipo de madurez zafra 2014-2015				
Variedad	TOTAL			
Madurez: temprana	Superficie	t/ha	toneladas	%
Total tempranas	5,414.53	59.17	320,360	41.11
Madurez: enlace				
Total de enlace	829.86	58.00	48,133	6.18
Madurez media				
Total medias	7,356.38	55.84	410,798	52.71
Total ingenio	13,600.78	57.30	779,291	100.00

Con respecto a las variedades indeseables se han venido sustituyendo y para la zafra 2014-2015 solo se cosecharon el 9 % del total, sin embargo, como se mencionó anteriormente la variedad Mex 69-290 sigue estando en un porcentaje alto que representa una amenaza si se presentara un problema fitosanitario.

Por otra parte, se está introduciendo la variedad Mex 93-73 que ha mostrado valores por arriba del testigo CP 72-2086 y se espera para la zafra 2015-2016 tener el 0.1 % del total de la superficie cosechable con un plan de promoción para incrementar la superficie en 1 % en dos zafras orientado hacia la zona climática de transición que es donde se han registrado los mejores parámetros agroindustriales.

CONCLUSIONES.

Estrategia de cosecha.

Con base al análisis realizado se plantea un escenario con un balance varietal que se presenta en la tabla V donde se propone incrementar el porcentaje de las variedades tempranas en 4 puntos con aportaciones de más de 350,000 toneladas con énfasis en la variedad CP 72-2086 así como un incremento en las variedades de enlace en 2.56 puntos porcentuales con énfasis en la variedad RD 75-11 con aportaciones de más de 52,600 toneladas.

Tabla V Propuesta de balance varietal para incrementar el potencial de sacarosa % caña.

Variedades	Madurez	Balance varietal zafra 2014-2015		Balance varietal propuesto	
		TONS.	%	TONS.	%
CP72-2086	Temprana	157,710	20.24	194,823	25.00
CP44-101	Temprana	50,823	6.52		-
CP70-1527	Temprana	66,193	8.49	116,894	15.00
ITV92-1424	Temprana	35,513	4.56	38,964	5.00
Otras tempranas	Temprana	10,122	1.30		-
Total tempranas		320,361	39.81	350,681	45.00
CO997	Enlace	15,477	1.99	15,477	1.99
RD75-11	Enlace	32,655	4.19	52,655	6.76
Total enlace		48,133	6.18	68,132	8.74
MEX 69-290	Media	384,027	49.28	343,129	44.04
MEX79-431	Media	16,363	2.10	17,267	2.22
Otras medias	Media	10,408	1.34		-
Total medias		410,798	51.38	360,397	46.25
Total ingenio		779,291	97.37	779,210	100.00

Con este modelo propuesto el potencial de sacarosa % caña con los volúmenes de las variedades a cosechar se puede obtener un incremento en la sacarosa en los dos primeros tercios de la zafra con una proyección de 14.70 %; si comparamos con la sacarosa % caña que se obtuvo en la zafra 2014-2015 que fue de 14.427 lo que representa 0.273 unidades porcentuales más de sacarosa que representaría un incremento de producción de azúcar de aproximadamente 1,800 toneladas de azúcar.

RECOMENDACIONES.

En base a lo expuesto se pueden mencionar las siguientes conclusiones.

1. De las variedades tempranas que se cultivan en la zona de abastecimiento de Central Progreso la variedad CP 72-2086 es la que tiene mejor desempeño ya que presenta mayor estabilidad de concentración de sacarosa en el periodo después del 15 de Febrero. Se recomienda el incremento de la superficie con esta variedad en niveles del 25 %
2. La variedad ITV 92-1424 no logra superar en sacarosa a la CP 72-2086 inclusive presenta una caída anticipada que se ubica en la primera semana de Febrero. Se recomienda limitar la siembra de esta variedad sobre todo en lotes de cosecha que no la expongan a manifestar la enfermedad de raya roja (*Xanthomonas albilineans*).
3. La variedad CP 70-1527 es la que tiene el comportamiento más precoz de las tempranas con la mejor concentración de sacarosa; sin embargo, por sus características agronómicas, no se ha adaptado en los suelos delgados de la zona y en régimen de temporal ya que presenta escaso

desarrollo y problemas para la quema en el inicio de zafra por lo que el productor no la adaptado y muestra una tendencia a reducir la superficie sembrada con esta variedad. Se recomienda su siembra en áreas de riego y mejores condiciones de suelo.

4. La CP 44-101 continúa en la estrategia de volteo; sin embargo, por la capacidad de adaptación que ha presentado en la zona seca y al no contar con una mejor opción esta variedad tiene un arraigo entre el productor que retrasa el volteo total de la superficie.
5. En cuanto a las variedades de enlace. Esta denominación obedece a que hay variedades que en su comportamiento de sacarosa presenta los mejores valores en el periodo de Febrero y Marzo en esta clasificación se encuentran las variedades RD 75-11 y CO 997. En este trabajo se señala que la variedad RD 75-11 es la que mejor sacarosa presenta, inclusive se puede considerar con una tendencia a madurez media. Es importante considerar el comportamiento en las áreas donde la variedad puede tener problemas de sanidad como la presencia de muermo rojo y suelos delgados y recomendarla en suelos arcillosos de tipo vertisol con riego de auxilio.
6. Con lo que respecta a las variedades medias podemos concluir que la Mex 69-290 es importante balancear su porcentaje en la zona, ya que en las últimas zafras el rendimiento en campo y agroindustrial no ha superado a variedades de madurez temprana y de enlace como la CP 72-2086 y la RD 75-11. Es impostergable la búsqueda de una mejor variedad de madurez media a tardía para mejorar la pol en el cierre de zafra y para reducir el porcentaje de la superficie cubierta con esta variedad que nos expone a un riesgo si es atacada por una enfermedad afectando a más del 50 % de la superficie de la zona de abasto.
7. La variedad Mex 79-431 se concluye que los valores de sacarosa no superan a la Mex 69-290; sin embargo, en el rendimiento en campo compensa ya que supero en 5.91 t/ha al rendimiento de la Mex 69-290 por lo que continua siendo una opción en lotes donde se logre asegurar el buen rendimiento.

REFERENCIAS.

Deuer, R.(1988). Maduración de caña de azúcar en la región sudeste de Brasil. En: Seminario de tecnología agronómica, 4. Piracicaba, Anaís. Coporsucar, Sao Paulo.

Larrahondo, J.E.; Villegas, F. Control y características de maduración. CENICAÑA. El cultivo de la caña en la zona azucarera de colombia, Calí, 1995.

SAGARPA 2011 <http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Documents/Cultivos>
Agroindustriales.

Vásquez C., J.J. (2016) Estadísticas de producción de campo. Depto. Técnico de campo Central Progreso

