

**PÉRDIDAS DE CAÑA EN EL CAMPO POR EFECTO DE LA COSECHA MECÁNICA Y SU PROCESO DE MEJORA CONTINUA EN 11 ZAFRAS.
CENTRAL AZUCARERA TEMPISQUE, S.A. COSTA RICA.**

Jesús Vargas Acosta*

RESUMEN

Con el objetivo de valorar el comportamiento del programa de evaluación de pérdidas de caña por efecto de la cosecha mecánica, se realizó un análisis de 11 periodos de zafra, y de estos algunos periodos con información relevante. El programa es desarrollado bajo la visión de un control diario del proceso y de su mejora continua. Se inicio en la zafra 02-03, con una unidad de muestreo de 10 m² por cada 1,5 ha. Los elementos valorados fueron: caña entera y/o trozos, caña corta, tocón y punta. El proceso de mejora ha dado sus frutos, con una reducción de pérdidas en porcentaje del 1.22% y 1.57 toneladas de caña por hectárea desde que se inició el programa hasta la última zafra evaluada 2012-2013 la cual reporta un porcentaje de pérdidas de 1.85%. La inducción, capacitación y selección del personal se ha constituido en la herramienta más importante en la mejora de este programa. De los 11 periodos evaluados aproximadamente el 80% de las pérdidas de caña se le atribuyen al elemento caña entera. Siendo la caña corta el elemento de mayor mejora en el proceso. Se destacan variedades como la CP72-2086, NA56-42 y SP70-1284 que con frecuencia se ubican con valores de pérdidas igual o inferior al promedio final de cada zafra. La variedad B80-689, B82-333 y CP72-1210 se comportan con el mayor porcentaje de pérdidas. El porte de caña volcada genera las mayores pérdidas para el elemento caña entera. Se justifica la importancia de valorar las pérdidas en porcentaje ya que está ligada al rendimiento agrícola real del lote por lo que es un valor referente a la calidad del corte. Se ha mostrado una estabilidad en valores de pérdidas desde la zafra 05-06, lo cual la identificación de detalles de mejora por ejemplo en la reducción del elemento caña entera y/o trozos, es una labor importante para marcar diferencia en las próximas zafra.

Palabras clave: Pérdidas, Caña cortada, Caña entera, Punta, Tocón, Cosecha mecánica

*/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 una capacidad de molienda por día de 7000 toneladas métricas de caña. Se encuentra ubicada en la República de Costa Rica, 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%.

En la actualidad con los incrementos en los costos de producción de las labores agrícolas, principalmente por efecto en el alza de los combustibles. Como también mayor frecuencia de fenómenos climáticos que afectan de manera negativa el rendimiento agrícola. Han hecho, que en CATSA se implementen programas de control de calidad de procesos, donde la cosecha mecánica es de alta prioridad. Dentro de este proceso, el porcentaje de caña que queda como desperdicio dentro de los lotes cosechados, puede representar un valor económico significativo. Más aún, cuando en CATSA el 96% del área propia se cosecha bajo la modalidad de corte mecánico. Rubro que representa el 15% de los costos de producción en el manejo del cultivo.

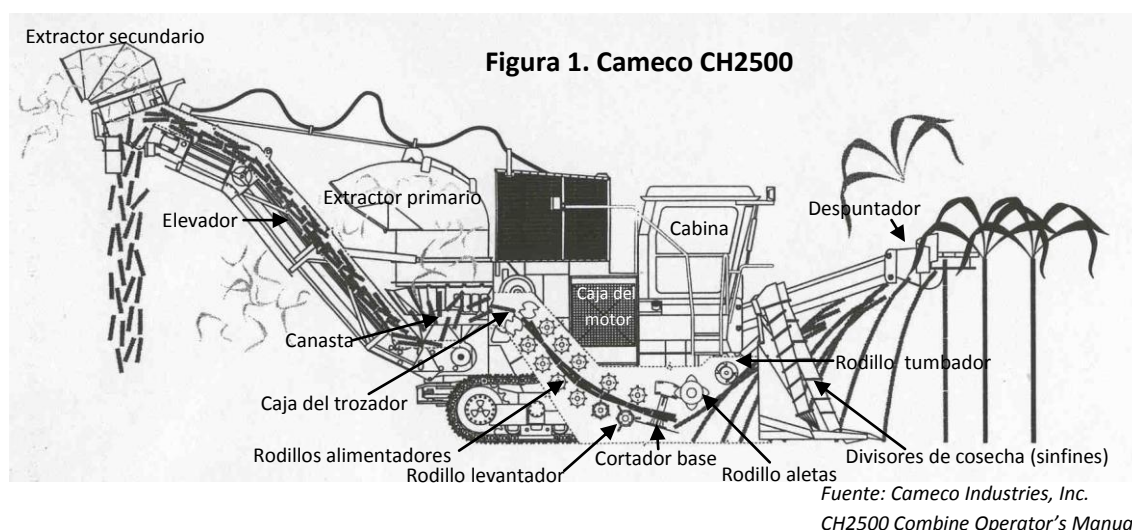
Desde luego, es muy difícil la eliminación total del desperdicio de caña en el campo por efecto de la cosecha ya sea mecánica o manual. Sin embargo, para las condiciones de CATSA, la reducción o recuperación de solo un 1 % en estas pérdidas, reflejaría aproximadamente 6.500 toneladas que lograrían ser procesadas por la fábrica. Por lo tanto, la identificación de estas “fugas” de caña y concienciar a todo el personal de la importancia y alcances de su reducción, se ha constituido una labor prioritaria a partir de la zafra 2002-2003.

El presente trabajo tiene como objetivo analizar el comportamiento del monitoreo de la calidad de la cosecha mecánica, en cuanto al factor pérdidas de caña moledera dejada en el campo durante 11 zafas y la implementación durante este periodo de un programa de mejora continua con la identificación de estas “fugas de caña” para reducir su impacto, y a la vez aumentar la eficacia de esta actividad.

EL CORTE MECANIZADO DE LA CAÑA DE AZÚCAR

El corte mecanizado integral de la caña de azúcar está en función de las siguientes variables: diseño de campo, atributos de las variedades, la máquina cosechadora, el operario de la máquina, el mantenimiento de la máquina y la logística del corte y del transporte. En la medida que se logre una buena integración de las variables anotadas se puede alcanzar el éxito de la cosecha mecanizada. (Mantilla 2010).

(Cameco Industries, Inc 2000) describe el proceso de circulación de la caña en la cosechadora CH2500 según Figura 1 donde los tambores colectores del despuntador inducen la caña hacia el disco cortador de puntas localizado entre los dos tambores colectores. Los divisores de cosecha se encargan de apartar la caña que se va a cortar de la línea contigua no importa si la caña está erecta o caída. El rodillo tumbador empuja la caña hacia adelante y abajo pasándola al rodillo de aletas, el cual la alinea y la induce a los discos cortadores de base. Los cortadores de base cortan la caña en su base. El rodillo pateador, que es el siguiente en línea, impulsa la caña hacia los rodillos alimentadores los cuales regulan la velocidad de la caña dentro de la máquina, regulando así el largo del canuto al cortarse en los trozadores. Los rodillos trozadores dan un corte limpio y uniforme de la caña, utilizando cuchillas opuestas para el corte y lanzando los canutos a la canasta del elevador. Durante el proceso de picado y lanzado de los canutos a la canasta del elevador, ocurre un paso más: el extractor primario le extrae todas las hojas y tierra de la caña que salió del trozador, arrojándolas fuera de la máquina, antes de que caiga a la canasta del elevador. La caña picada y limpia es transportada por el elevador para ser depositada en el transporte que la espera al otro extremo. Mientras la caña es lanzada al transporte, hay un último paso de limpieza que es el extractor secundario; este le extrae lo poco que queda de hojas y tierra.



Algunas referencias de pérdidas de caña en el campo por la cosecha mecánica se reportan de Brasil donde la Usina Seresta menciona en la zafra 12-13 pérdidas de 2.05 ton caña/ha con el sistema de siembra convencional y 1.83 toneladas con el sistema de riego por goteo (Junior 2013). Por otro lado, Usina Caeté reporta pérdidas de caña en corte mecánico de 3.41 toneladas/ha. (Medeiros 2013).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se dispuso de una base de datos elaborada en el programa de control de calidad de la cosecha mecánica, específicamente dirigida a pérdidas de caña en el campo. La información corresponde desde la zafra 2002-2003 a la zafra 2012-2013. El programa cuenta con una ficha de muestreo que contempla la siguiente información: Sección, lote, variedad, área, número de corte, cosechadora, número de muestras por área, condición de corte (quemado o verde), posición del cañal (erecto, semivolcado, volcado), floración, peso del elemento en kilogramos y observaciones.

La unidad de muestreo empleada es de 10 m² (4 m x 2,5 m), se valoró una muestra por cada 1,5 ha. Los elementos identificados son: Caña corta que son trozos de caña que corta la cosechadora y por alguna razón no caen en el autovolteo (Fig. 2). Caña entera o trozos se refiere a caña sin cortar que queda pegada en la cepa o también caña entera o trozos de caña de diferente longitud que quedan dispersos en el campo (Fig. 3). Elemento Punta se define como porción de caña moledera sin corcho que queda en el cogollo por efecto del despunte de la cosechadora (Fig. 4). Tocón se refiere a porciones de caña mayores de 2,5 cm que quedan en la cepa después del corte de las cuchillas del cortador base de la cosechadora (Fig. 5).



Fig. 2. Caña Corta



Fig. 3. Caña entera y o trozos



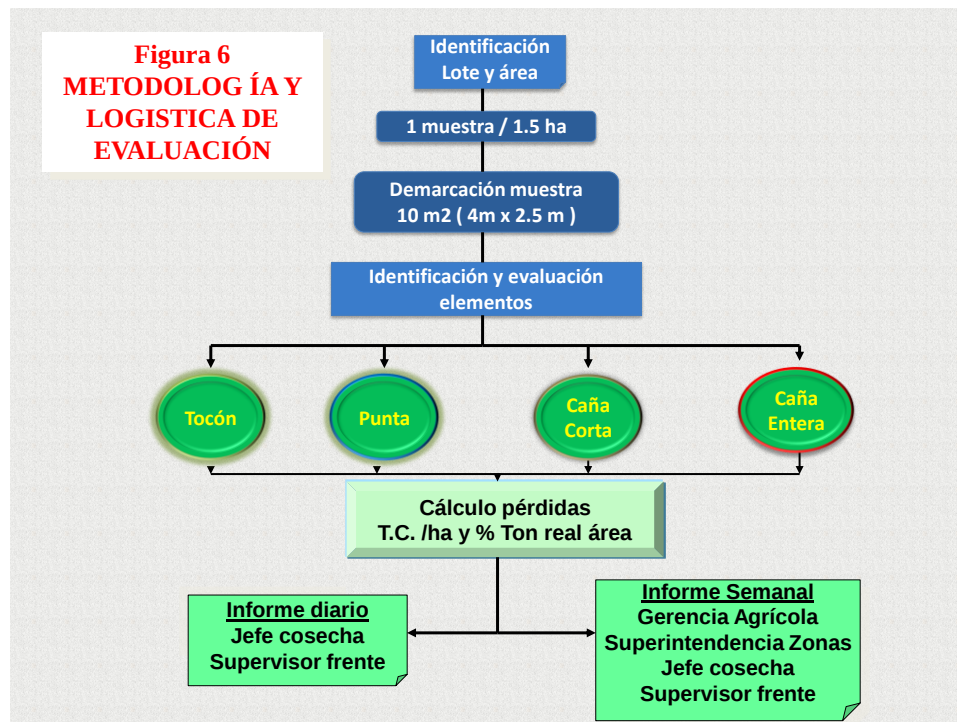
Fig. 4. Punta



Fig. 5. Tocon

Cada elemento se pesa en una romana de manera independiente. Considerando el área de muestreo ya establecida y con el promedio de la cantidad de muestras efectuadas por

lote, el valor de las pérdidas se traspasa y reporta bajo dos criterios: A- toneladas de caña por hectárea utilizando un promedio ponderado. B- Índice de pérdidas en porcentaje. La Figura 6 resume la metodología utilizada.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Pérdidas en toneladas métricas de caña por hectárea y en porcentaje.

El programa se inició con la zafra 2002-2003 con un seguimiento sistemático en la evaluación de pérdidas de caña en el campo, por efecto de la cosecha mecánica. El proceso de mejora ha dado sus frutos, como se aprecia en la Figura 7 y 8 con una reducción de pérdidas en porcentaje del 1.22% y 1.57 toneladas de caña por hectárea a la última zafra evaluada 2012-2013. Lo más importante resaltar es la mejora significativa que se dio en las dos primeras zafras de inicio del programa. Para luego, en los siguientes periodos mostrar cierto grado de estabilidad en el proceso. Desde luego, se continúa identificando puntos de mejora para lograr o mantener las metas propuestas por la gerencia de cosecha mecánica. Estos resultados se deben a una serie de inversiones a corto y mediano plazo, entre estas: inversión en maquinaria y equipo de cosecha, adecuación y diseño de lotes, reestructuración en el organigrama del personal de cosecha mecánica, coordinación de los jefes de frentes de cosecha con los jefes de zona, respuesta inmediata a resultados del monitoreo control de calidad de la operación etc. Sin embargo, la inducción, capacitación y selección del personal se ha constituido en la herramienta más importante en la mejora de este programa.

Fig. 7 Comportamiento de pérdidas de caña por efecto de la cosecha mecánica total y por elemento en toneladas de caña / ha. Periodo de 11 zafas. CATSA

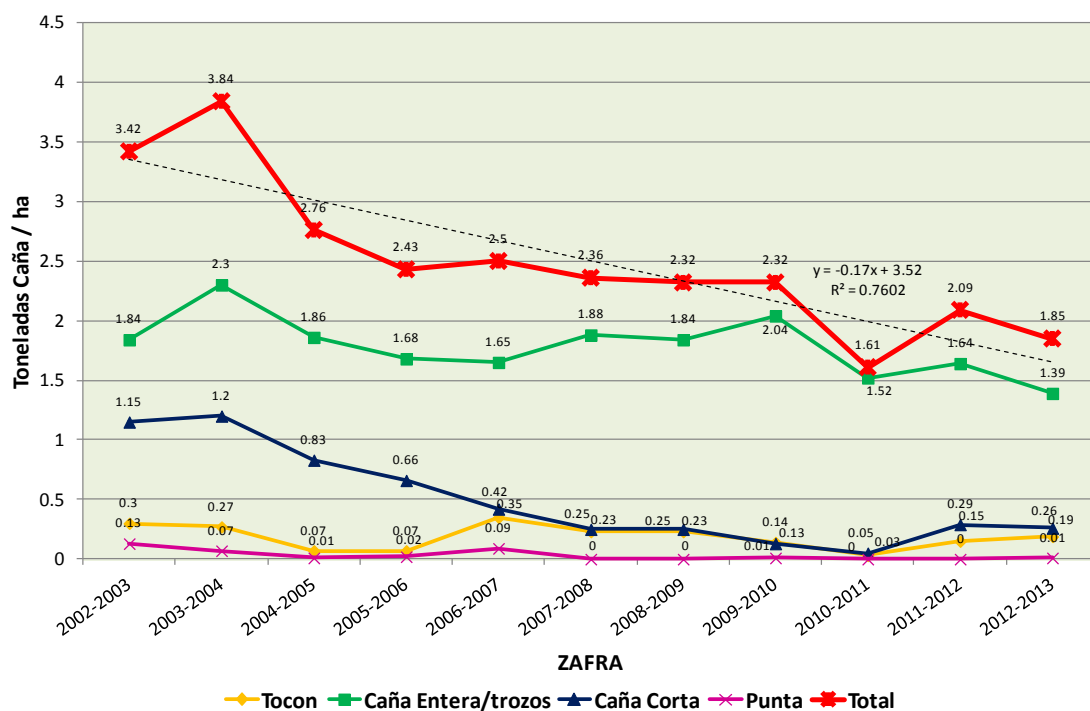
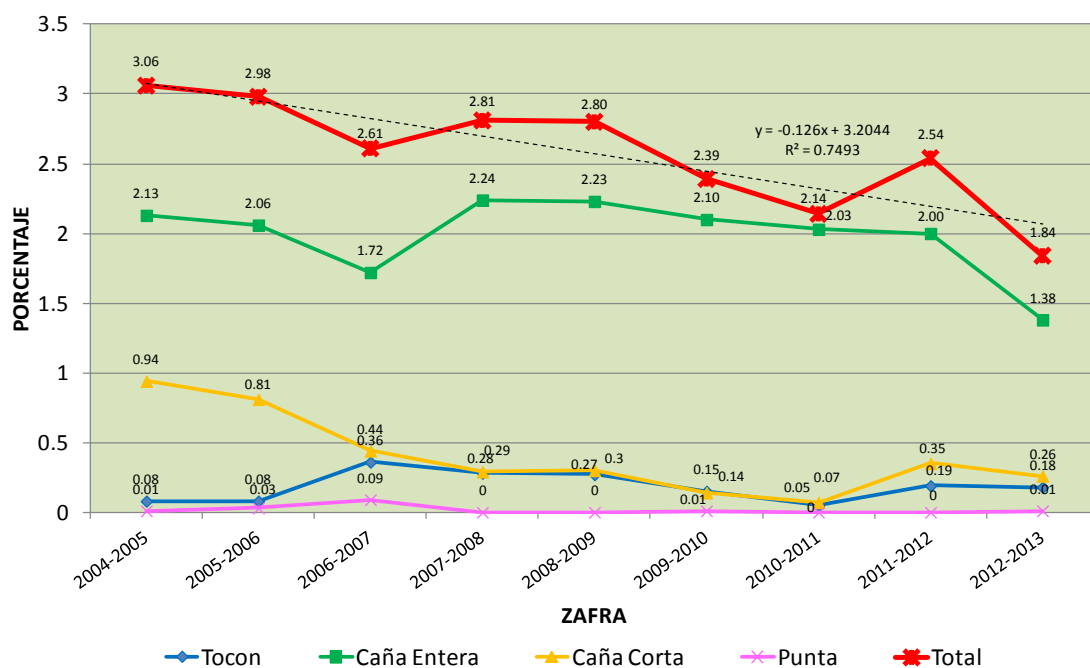
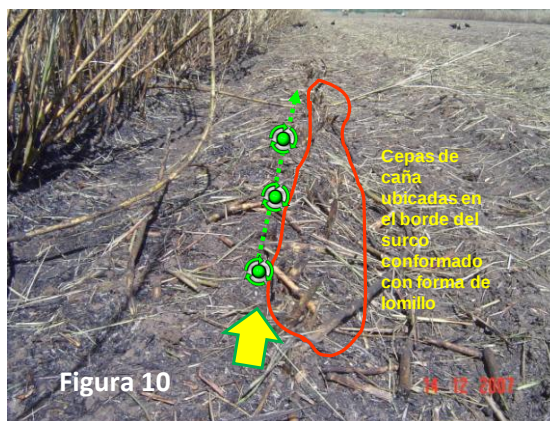
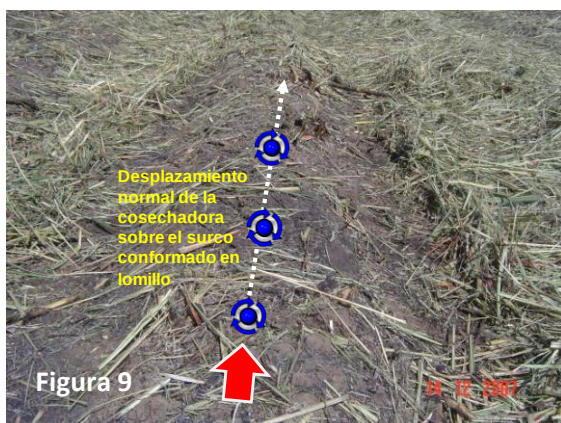


Fig 8. Comportamiento de caña dejada en el campo por la cosecha mecánica. En porcentaje total y por elemento. Periodo Zafra 04-05 a Zafra 12-13. CATSA



2. Pérdidas por elemento.

Es evidente que de los 11 periodos evaluados aproximadamente el 80% de las pérdidas de caña se le atribuyen al elemento caña entera y/o trozos, por las características físicas de este elemento por ejemplo: longitud, grosor lo hacen sobresaliente en el peso de la muestra. Sin embargo, su mejora no ha sido constante en el tiempo a no ser la mostrada en la zafra 2012-2013. (Figuras 7,8). Es un detalle que para mejorarlo se deben integrar varios factores entre estos: variedad y su porte al momento de la cosecha, conformación de los surcos, homogeneidad en la dirección y la distancia entre surco (Figuras 9,10), tonelaje del lote, velocidad en la operación de la cosechadora etc. Si bien es cierto, la mejora mostrada por la reducción del elemento caña corta es muy evidente. Sin embargo, no contempla para ello tantos factores integrados, como los mencionados anteriormente para caña entera. En este caso caña corta su proceso de mejora se visualizó en una mejor coordinación entre el operador de la cosechadora y el llenado del auto volteo (Figura 11), así como la supervisión de problemas mecánicos en la cosechadora que mostrara fugas de caña corta al momento de la operación (Figura 12).

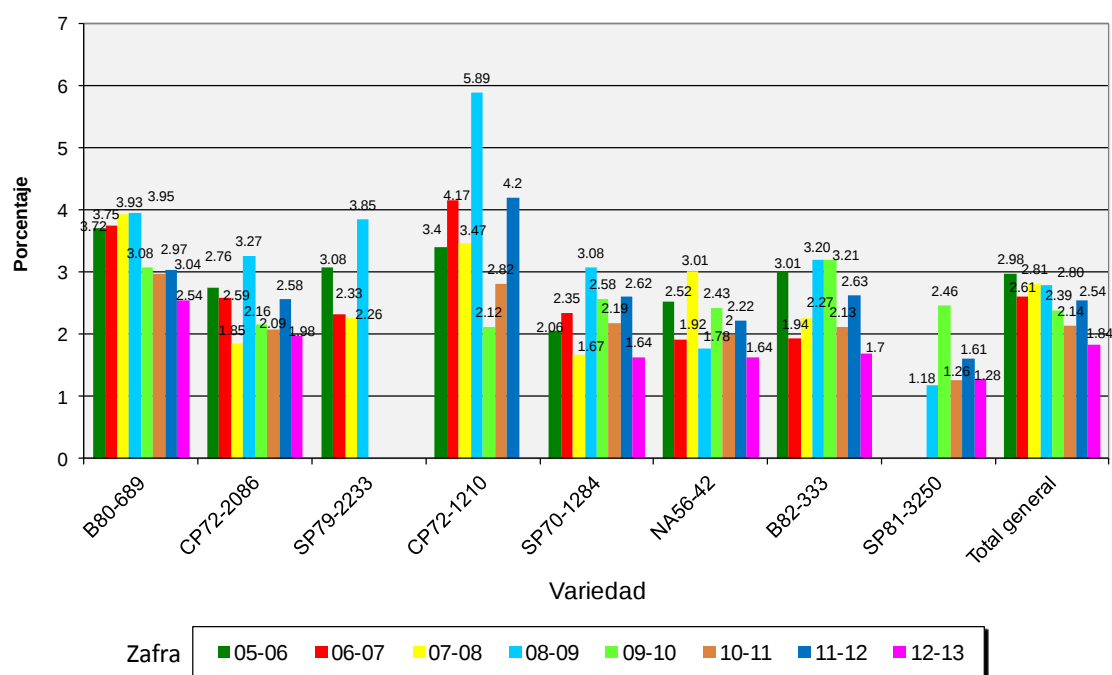


El elemento tocon mostró una reducción de pérdidas importante de la zafra 2006-2007 a la zafra 2010-2011, la recolección de piedras en algunos campos identificados con este problema, como el cambio de cuchillas del cortador base en el momento adecuado, han influido en este comportamiento. Por otro lado, el elemento punta no es un problema.

3. Pérdidas por variedad.

El componente varietal juega un papel importante en el porcentaje de pérdidas de caña. Como se aprecia en la Figura 13 el comportamiento es bastante diverso. Se destacan variedades como la CP72-2086, NA56-42 y SP70-184 principalmente porque son materiales que ocupan un porcentaje importante del área comercial y a la vez con frecuencia se ubican con valores de pérdidas igual o inferior al promedio final de cada zafra. La variedad B80-689, B82-333 y CP72-1210 se comportan con el mayor porcentaje de pérdidas. Con la ventaja que esta última ocupa poca área comercial. Por lo tanto, los números demuestran que son materiales de cuidado en el incremento de pérdidas de caña por causa de la cosecha mecánica. Es así, que dentro del programa de mejora continua esta consideración es importante. En el caso de la SP81-3250 es una variedad de incremento en área de las últimas 3 zafas y en los próximos años va a ocupar un lugar importante dentro del componente varietal comercial de CATSA. Desde ahora ya demuestra la cualidad de presentar bajas pérdidas de caña cuando se cosecha con máquinas.

Fig. 13 Comportamiento varietal de pérdidas de caña en porcentaje. Cosecha mecánica. Periodo zafra 2005-2006 a zafra 2012-2013 CATSA



4. Pérdidas por Sección.

En CATSA el concepto de manejo de Zonas y la subdivisión en Secciones desde el punto de vista administrativo es importante. Agronómicamente es donde se encuentran sus grandes diferencias como por ejemplo: suelo, variedad, drenajes, tercio de cosecha, especie de maleza predominante, tipo de riego y fuente de agua, utilización de subproductos etc. A esto debe de integrar otro elemento más a esta lista que sería las

pérdidas de caña que se vienen registrando en los años evaluados. El Cuadro 1 muestra como algunas Secciones se caracterizan por mostrar pérdidas siempre superiores a la media registrada en la zafra. Por ejemplo, Secciones como Moras, Achotal y Moral y lo que han mostrado en común es la variedad B80-689, que como lo muestra la Figura 13 es de los materiales que registran mayor porcentaje de pérdidas. Sin embargo, también se visualizan Secciones con mucha estabilidad de valores muy cerca del promedio e inclusive por debajo de este.

**Cuadro 1 Comparativo por Sección pérdidas en porcentaje
Cosecha Mecánica. Depto. Investigación
Zafra 05-06 a 12-13 CATSA**

SECCIÓN	% Pérdidas								PROMEDIO
	Zafra 05-06	Zafra 06-07	Zafra 07-08	Zafra 08-09	Zafra 9-10	Zafra 10-11	Zafra 11-12	Zafra 12-13	
AHOGADOS								1.48	1.48
SALTILLO	3.55	1.9	0.59	3.33	1.76	1.31	1.57	1.1	1.89
FINCA T				2.83	1.76	1.81	1.79	1.88	2.01
LA VIRGINIA				1.34	1.3	2.11		3.88	2.16
CORNIZUELOS	1.76	2.12	2.48	2.62	3.13			0.85	2.16
GARZONES	2.44	2.15	2.55	2.03	2.9	2.11	2	1.57	2.22
BIRMANIA	2.25	1.48	1.93	3.11	2.21	2.05	2.64	2.15	2.23
POLVAZALES	2.64	3.04	3.28	2.05	1.89	1.9	1.89	1.45	2.27
GALANES								2.29	2.29
TOROS	3.55	2.58	1.77	3.43	2.29	2.04	1.62	1.56	2.36
COYOLAR		3.11	2.64	3.5	2.52	2.06	2.2	2.42	2.64
PLAYITAS	3.43	3.11	3.71	2.4	2.6	2.66	2.02	1.89	2.73
ARMADILLO		2.98	3.26	2.43	4.1	3.3	2.32	1.65	2.86
YEGUAS	4.03	3.17		3.85	3.19	2.64	2.04	1.65	2.94
MORAL	3.77	3.89	4.07	2.76	2.23	3.7	2.28	1.39	3.01
ACHOTAL	3.96	3.69	4.03	4.23	2.76	2.51	1.77	1.61	3.07
MORAS	3.72	3.87	4.63	2.84	4.13	2.48	1.81	2.85	3.29
TOTAL	2.98	2.61	2.81	2.80	2.39	2.14	2.09	1.84	2.46

5. Pérdidas según porte o posición del cañal.

El porte o el aspecto del cañal con referencia a su desarrollo al momento de la cosecha, se ha identificado como un factor de mucho peso, cuando a pérdidas por elemento se refiere en el corte mecánico de una plantación de caña. Es sin lugar a dudas, uno de aquellos “detalles” identificados por donde se puede reducir las pérdidas específicamente para el elemento caña entera. Como porte se refiere a tres condiciones del cañal: Erecto, Semivolcado y Volcado.

Como se aprecia en la Figura 14 cuando se visualiza el porcentaje de pérdidas según porte del cañal en análisis de 4 zafras, no se encuentra una correlación de pérdidas con respecto al porte, es decir los resultados son variables. Sin embargo, si se presenta una relación positiva de pérdidas ton. caña/ha cuando se analiza individualmente cada porte con los respectivos elementos. Por ejemplo, en la Figura 15 es muy convincente que el porte caña volcada está generando las mayores pérdidas para el elemento caña entera.

Fig. 14 Índice de pérdidas cosecha mecánica según porte de la plantación. Comportamiento en 4 zafra. Depto. Investigación. CATSA

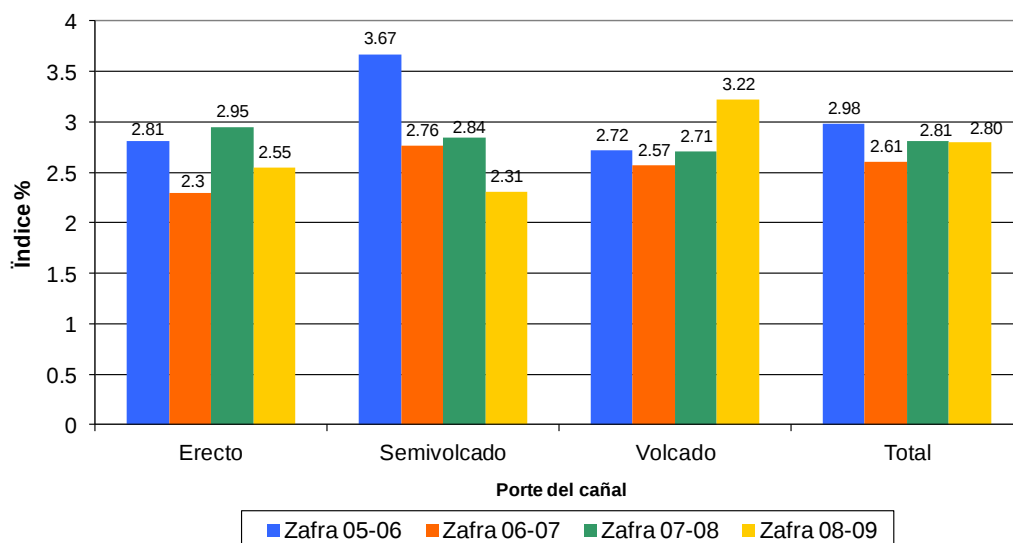
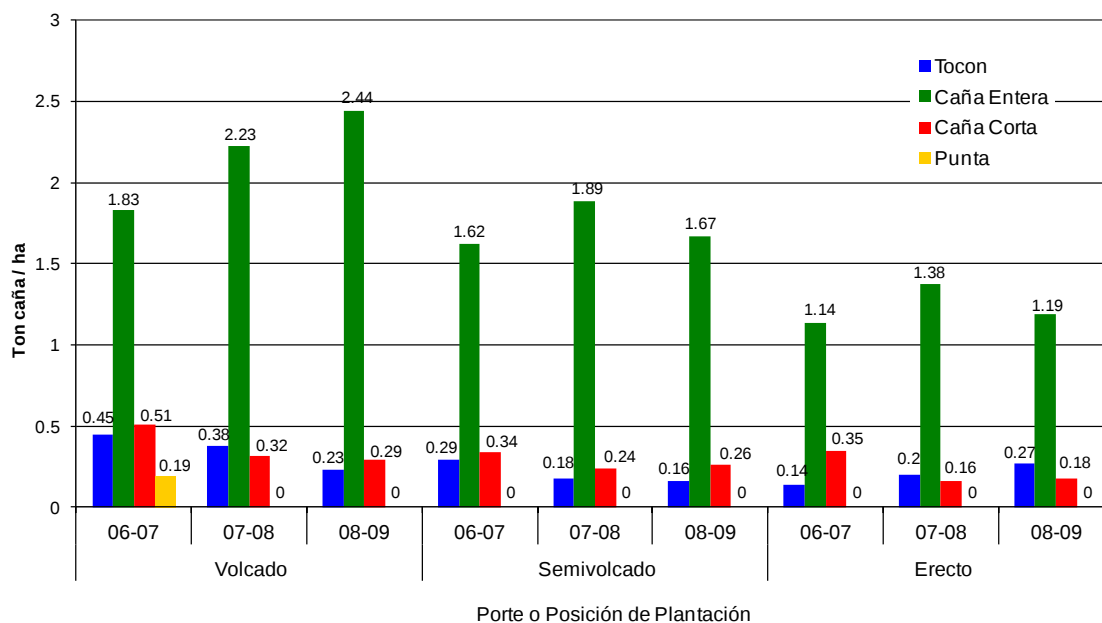


Fig. 15 Pérdidas ponderadas por elemento ton caña / ha según porte del cañal. Zafra 06-07,07-08 y 08-09. Cosecha mecánica. Depto. Investigación. CATSA.

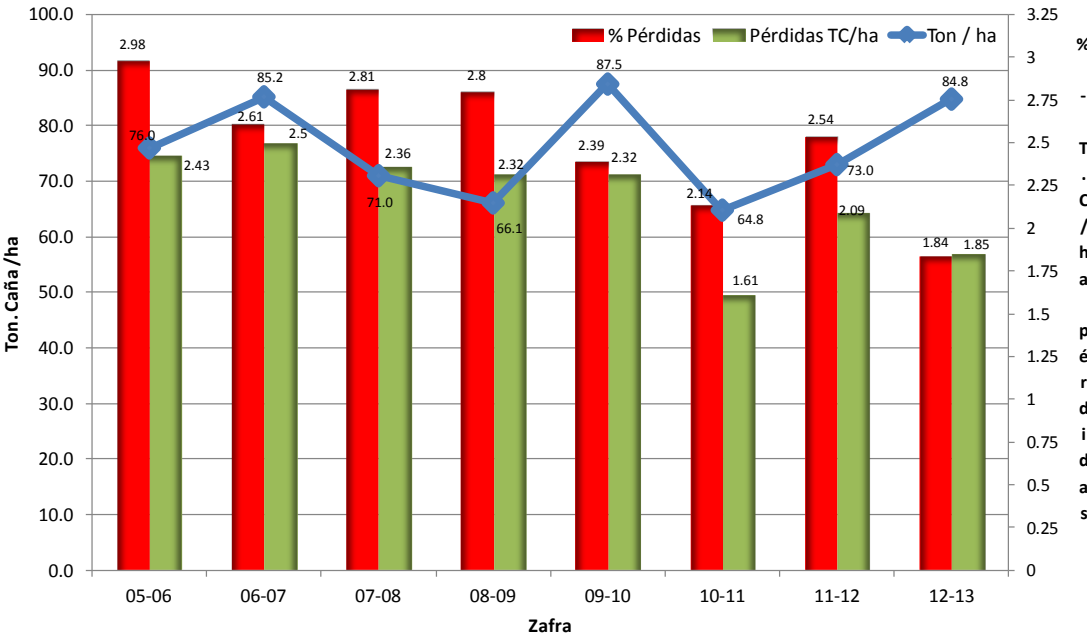


6. Relación rendimiento agrícola toneladas métricas caña con respecto a pérdidas de caña en porcentaje y toneladas /ha.

La Figura 16 relaciona el rendimiento agrícola (ton caña/ha) de las últimas 8 zafra, con las pérdidas en porcentaje y en ton caña/ha. Generalmente en la cosecha mecánica se muestra una tendencia de incremento en las pérdidas (toneladas de caña /ha) conforme aumenta la producción del lote. Por esta razón, se justifica la importancia de valorar también las pérdidas en porcentaje. Por lo tanto, la Zafra 12-13 con el resultado

en pérdidas de 1.84% y un rendimiento agrícola de 84.80 ton caña/ha, se consolida como la zafra de menores pérdidas en porcentaje desde que se implemento este programa de monitoreo.

Fig. 16 Relación rendimiento agrícola ton caña/ha de últimas 8 zafras versus pérdidas de caña en % y Ton /ha por efecto de la cosecha mecánica. Depto. Investigación. CATSA



La zafra 12-13 también se caracteriza porque el valor final acumulado de pérdidas en porcentaje y toneladas de caña/ha son muy similares: 1.84 y 1.85 respectivamente. Con respecto a este último valor 1.85 es superado solamente por la zafra 10-11 (Figura 7). Sin embargo, esta zafra 10-11 mostró un rendimiento agrícola de 64.80 ton caña/ha, lo cual sin apartar la calidad y el esfuerzo del grupo de cosecha. Este bajo tonelaje favorece en parte en dejar menor toneladas de caña /ha en pérdidas. Aún así, en este año el porcentaje de pérdidas se incrementó (2.14%). Por esta razón, el logro obtenido de valores tanto en porcentaje 1.84% y 1.85 ton caña/ha para esta zafra 12-13 en relación con el rendimiento agrícola de la empresa de 84.80 ton caña/ha, es meritorio resaltarlo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La zafra 2012-2013 presentó el menor porcentaje de pérdidas 1.84% desde que se instauro este control de calidad en CATSA. Es una zafra con muy buenos índices de pérdidas. Lo cual compromete al programa de cosecha en mantenerlos o lo ideal reducirlos en futuras zafras.
2. A partir de la Zafra 2005-2006 los valores registrados de pérdidas para ton. caña /ha y porcentaje se han estabilizado. Motivo por el cual la mejora de ahora en adelante, estará centrada en la identificación de “detalles” para trabajar con ellos, desde luego integrando a todo el personal del programa.
3. El elemento caña entera es el responsable de más del 80% del total de pérdidas por elemento. Está correlacionado altamente con la caña de porte volcada. Este detalle se debe considerar para reducir este elemento. Por ejemplo: considerar la velocidad de operación de la cosechadora, dirección del volcamiento del cañal para ubicar e iniciar con las máquinas el bloque de cosecha. En especial si se trata de la variedad B80-689.
4. Las estadísticas identifican secciones recurrentes con pérdidas significativas en el tiempo. Estas deberían ser prioridad cuando se defina las metas a cumplir de pérdidas antes del inicio de cada zafra.
5. Se justifica la importancia de valorar las pérdidas de caña en porcentaje. Factor que se liga al rendimiento agrícola real del lote en evaluación.

LITERATURA CITADA

Cameco Industries, Inc. 2000. CH2500 Combine Operator's Manual. Book 1006. Thibodaux, Louisiana. USA.

Junior, M. 2013. Desempenho e custos na Usina Seresta. XXX Simposio da Agroindustria da cana de açúcar de Alagoas. Consultado 19 Julio 2013
Disponble en: <http://www.fersucro.com.br/simposio/palestras/agricola/04-07-2013/8%20-%20Colheita%20mecanizada-Desempenho%20e%20Custo%20-%20Manoelito%20Jr.pdf>

Mantilla, L. 2010. Los sistemas de corte mecanizado de caña de azúcar. Equipos de Cosecha. Revista Técnica 26: 21p.Consultado el 10 Julio 2013.
Disponble en: http://www.tecnica.org/pdf/2010/tec_no26_2010_p23-26.pdf

Medeiros, L. 2013. Colheita mecanizada desempenho e custos. Usina Caeté. XXX Simposio da cana de açúcar de Alagoas. Consultado 19 Julio 2013. Disponble en: <http://www.fersucro.com.br/simposio/palestras/agricola/04-07-2013/8.1%20-%20Colheita%20mecanizada-Desempenho%20e%20custos%20-%20Luiz%20Medeiros.pdf>