

**OPTIMIZAR LA OPERACIÓN DE LAS COSECHADORAS DE CAÑA PARA
ARMONIZAR LAS PÉRDIDAS INVISIBLES CON EL CONTENIDO DE
MATERIA EXTRAÑA**

David Palomeque¹, Oscar Núñez², Ray Cruz³, Egbert Spaans⁴,

^{1,2,3} Departamento de Campo, Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos, Elizalde 114 y Pichincha, Guayaquil, Ecuador.

⁴ Presidente de ALIA2, Urbanización El Cortijo C28, Samborondón, Ecuador

INTRODUCCIÓN

Desde el año 2009 en el Ingenio San Carlos la cosecha mecanizada de caña se ha incrementado significativamente. Mientras que el porcentaje del área propia del Ingenio cortada con cosechadoras hasta el 2008 era alrededor del 20% y el 80% con corte manual, del 2008 en adelante esas cifras se invirtieron. En la zafra 2012 se cosechó el 76 % del área propia del Ingenio de forma mecanizada. Al momento de evaluar las producciones por tipo de corte, sin embargo, se pudo observar que la cosecha mecanizada lleva en promedio 13% menos caña molible del campo que la cosecha manual. Esta diferencia es alarmante ya que implica una gran cantidad de caña que se pierde en el campo en el momento de cosechar.

En un primer diagnóstico que se hizo a las cosechadoras, se encontraron cuchillas desgastadas, fallas en la sincronización de los rodillos alimentadores, excesos tanto en la velocidad de las maquinas, como en la velocidad del extractor primario (Norris, 2011). También se evaluó la cantidad de caña que queda en campo después de la cosecha. Curiosamente, no se encontraron diferencias (< 0.5 TCH) entre la cantidad de desperdicios de caña en campos cosechados a máquina o a mano. Estudios realizados en Australia (Sugar Research and Development Corporation, 2004) han podido determinar que las cosechadoras de caña generan desperdicios de caña minuciosos por los múltiples cortes que el tallo sufre dentro de la máquina, y que luego son expulsados

como materia extraña (ME) por el extractor primario. Estas pérdidas son principalmente invisibles porque están compuestas por jugo y tallos pulverizados, por esa razón no se las encuentra en el campo después de la cosecha. Además, los mismos estudios demuestran que a mayor velocidad del extractor primario, más graves son estas pérdidas invisibles. Un buen manejo de la velocidad del extractor primario parece indispensable por una cosecha mecanizada exitosa. El propósito del extractor primario es separar la caña de la ME y expulsar la ME nuevamente al campo. El ISC siempre tuvo como objetivo disminuir la cantidad de ME para lograr que la caña llegue lo más limpia posible a la fábrica, ya que esta genera pérdidas de sacarosa en el proceso y disminuye la capacidad efectiva de molienda. Para lograr una caña limpia, se incrementó la velocidad del extractor primario a su máximo valor (1200 RPM), sin considerar las pérdidas invisibles que esto pueda causar.

El objetivo de este estudio fue evaluar el impacto que tiene la velocidad del extractor primario tanto en las pérdidas invisibles como en la ME en la caña y determinar la óptima velocidad para nuestras condiciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se probaron diferentes velocidades del extractor primario con y sin el extractor secundario encendido (Cuadro 1). El ensayo se realizó en 6 lotes, de los cuales 2 fueron cosechados en verde y los demás fueron lotes quemados y luego cosechados (Cuadro 2). Se buscaron lotes rectangulares, que visualmente tenían una producción uniforme, con baja despoblación y que eran homogéneos en tipo suelo.

Se llenó un camión con un tratamiento y se midió la distancia recorrido por la cosechadora para llenar este camión. Luego, con la misma cosechadora y el mismo

operador, se cambió a otro tratamiento y se llenó otro camión, y así sucesivamente. De cada camión se determinó la distancia recorrida por la cosechadora para determinar el área correspondiente a la caña de cada camión.

El número de repeticiones se definía dependiendo del área y la longitud del lote. El análisis estadístico de los resultados se hizo por lote aplicando la prueba de Duncan con una probabilidad de error de $p=0.05$. Las variables evaluadas fueron:

1. **Peso de la caña bruta:** El peso de la caña bruta se determinó con la báscula.
2. **Materia extraña:** se determinó el contenido ME de la forma convencional en el ISC. De cada camión del experimento, se sacaron dos muestras con la sonda oblicua, sin que la muestra pase por la trituradora. De esta muestra se separó caña buena, caña seca, hojas, cogollo, cepa y tierra y se pesó cada fracción.
3. **Productividad de caña neta:** Se calculó mediante $\text{peso caña limpia} / \text{área cosechada} = (\text{peso caña bruta} - \text{peso ME}) / \text{área cosechada}$

Cuadro 1. Velocidades del extractor primario que se usaron en las pruebas con y sin el extractor secundario encendido.

Tratamiento	Extractor primario rpm	Extractor secundario
1	650	Apagado
2	850	Apagado
3	1000	Apagado
4	850	Encendido
5	1000	Encendido
6	1200	Encendido

Cuadro 2. Lotes en los que se realizó el ensayo. Ingenio San Carlos

Lote	Variedad	Área lote (ha)	Tipo Cosecha	TCH 2012
082102	CC-8592	13.9	Mec. Quemada	91
090102	CC-8592	20.8	Mec. Quemada	76
034406	CC-8592	21.2	Mec. Quemada	94
034203	ECU-01	25.7	Mec. Quemada	128
092403	CC-8592	12.6	Mec. Verde	101
034102	ECU-01	19.1	Mec. Verde	92

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Materia extraña

Los resultados obtenidos que se encontraron tanto en cosecha verde como en quemada, muestran una similar tendencia con los diferentes tratamientos en estudio (Cuadros 3 y 4). A medida que se aumenta la velocidad del extractor primario se reduce el nivel de la ME. Entre los componentes de la ME que más se vieron afectados por la velocidad del extractor primario, fue el de la hoja, teniendo diferencias de 12% entre el T1 y el T6 en cosecha verde y 3% en cosecha quemada. El contenido de cogollo casi no varía con la velocidad del extractor, debido a que la forma aerodinámica del cogollo es parecida a la del esqueje y por tanto el extractor es ineficiente en separar los dos.

Cuadro 3. Promedio de contenido de ME y sus componentes en los 2 lotes cosechados en verde. Ingenio San Carlos

TRAT	Extractor primario (r.p.m)	n	Caña limpia	Componentes de ME				M.E
				Hoja	Cogollo	Tierra	Cepa	
1	650-	9	79%	15%	4%	0%	1%	21%
2	850-	9	84%	10%	5%	0%	1%	16%
3	1000-	9	88%	6%	4%	0%	1%	12%
4	850+	9	86%	8%	5%	0%	1%	14%
5	1000+	9	89%	5%	4%	0%	1%	11%
6	1200+	9	90%	3%	3%	1%	3%	10%

En la cosecha en verde hubo diferencias estadísticas en los 2 lotes evaluados entre el T1 y el T6 en el contenido de hoja y en la ME. En los demás componentes no se encontraron diferencias significativas.

Cuadro 4. Promedio de contenido de ME y sus componentes en los 4 lotes cosechados quemados. Ingenio San Carlos

TRAT	Extractor primario (r.p.m)	n	Caña limpia	Componentes de trash				M. E
				Hoja	Cogollo	Tierra	Cepa	
1	650-	26	90%	4%	3%	1%	2%	10%
2	850-	12	91%	2%	2%	1%	2%	8%
3	1000-	12	93%	3%	3%	1%	1%	7%
4	850+	26	91%	3%	3%	1%	1%	8%
5	1000+	26	92%	3%	3%	0%	1%	8%
6	1200+	12	95%	1%	2%	0%	1%	5%

En la cosecha quemada en 3 de los 4 lotes se encontraron diferencias estadística entre el tratamiento 1 y 6 en el contenido de hoja. En cuanto a ME, en 2 lotes hubo diferencia estadística entre los tratamientos 1 y 6.

Producción

Los Gráficos 1 y 2 muestran un resumen de los resultados de cada tratamiento en cosecha verde y en quemada, respectivamente. Se separó el TCH reportado en: tonelaje de caña limpia, tonelaje de ME sin hoja y el tonelaje de hoja solamente.

En cosecha verde se encontró una aumento del 17% a favor del T1 en el TCH de caña limpia en comparación con el T6 (Figura 1). Hubo diferencias estadísticas en el TCH reportado entre el tratamiento 1 y 6 en los ambos lotes evaluados.

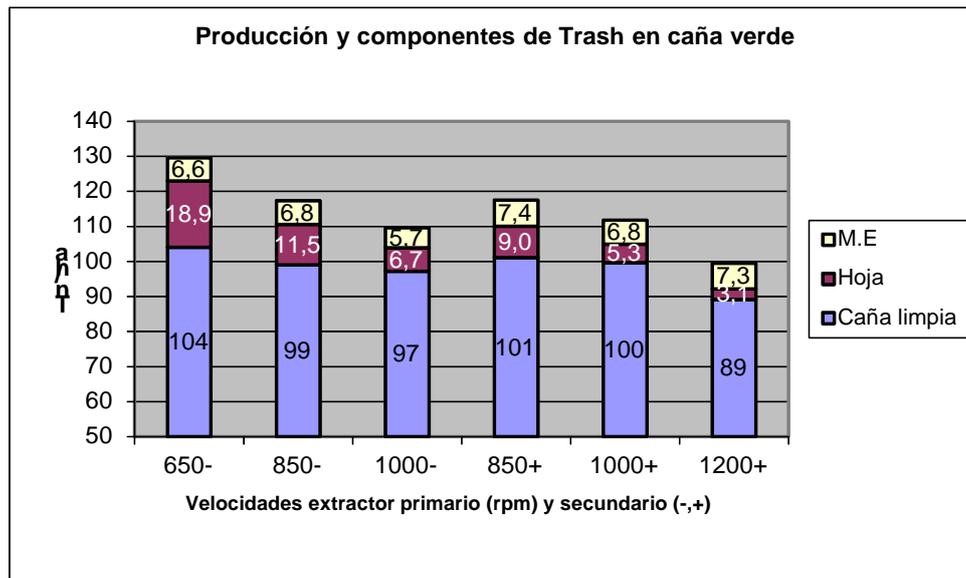


Figura 1. Cosecha de caña en verde y tonelaje de hoja, otra ME y caña limpia con diferentes configuraciones del sistema de limpieza de la cosechadora. Ingenio San Carlos.

En cosecha quemada la diferencia entre el T1 y el T6 en el TCH de caña limpia fue de un 7% a favor del T1 (Figura 2). Cabe mencionar que esta diferencia no fue significativa ($p=0.05$) en ninguno de los cuatro lotes y que no fue tan amplia como en los lotes cosechados en verde.

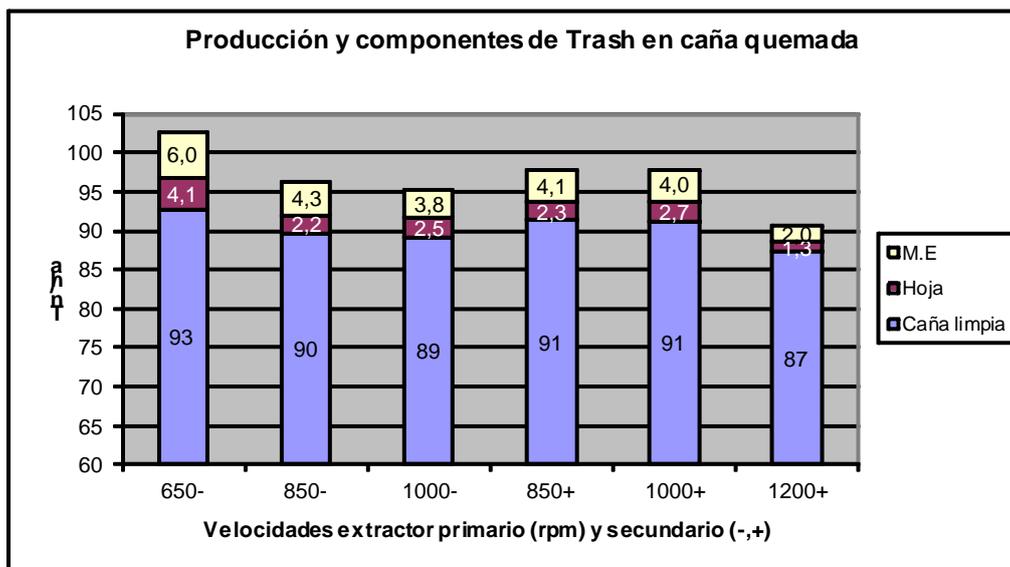


Figura 2. Cosecha de caña quemada y tonelaje de hoja, otra ME y caña limpia con diferentes configuraciones del sistema de limpieza de la cosechadora.

CONCLUSIONES

- La cantidad de materia extraña, y en particular el componente hoja, se incrementa a medida que se reduce el uso del sistema de limpieza de la cosechadora. En cosecha quemada este incremento es menor que en la cosecha verde.
- A medida que se aumenta la velocidad del extractor primario, la cantidad de caña limpia cosechada disminuye. Esta tendencia es más clara en cosecha verde que en cosecha quemada.
- Para minimizar tanto el contenido de materia extraña como las pérdidas invisibles, la velocidad del extractor primario debe estar entre 850 y 1000 RPM con el extractor secundario encendido.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Ing. Chris Norris por su valiosa asesoría que ha brindado al ISC sobre la cosecha mecanizada.

BIBLIOGRAFÍA

C P Norris, (2011) Report on visit to SOCIEDAD AGRÍCOLA E INDUSTRIAL SAN CARLOS S.A. By Chris P Norris Principal Consultant Norris Energy Crop Technology.

Sugar Research and Development Corporation SRDC Technical Report 2 (2004).

Cane harvesting to improve industry performance a review of sugar cane harvesting practices and options for improvement.