

Capítulo 6

Sistema de transporte por cable para caña de azúcar en la producción de panela validado en zona de ladera

Alfonso Cubillos Varela, Gilberto Alonso Murcia Contreras
y Juan Carlos Lesmes Suárez

Resumen

La caña de azúcar para la producción de panela se cultiva generalmente en relieves con topografía fuertemente ondulada y ligeramente escarpada, con pendientes inferiores al 50 %, lo que restringe el empleo de tecnologías para la mecanización de las labores agrícolas. La baja mecanización resulta, finalmente, en altos costos de producción, dado que el proceso de corte y transporte de la caña desde el cultivo hasta el molino representa cerca del 30 % de los costos de producción de la panela. Por lo tanto, mediante esta investigación se desarrolló, ajustó y validó un sistema de transporte por cable aéreo (STCA) de caña de azúcar para la producción de panela en la región de la Hoya del Río Suárez (HRS). En la finca El Placer, en el municipio de Santana, Boyacá (37 ha sembradas de caña), se implementó un STCA autopropulsado, tipo monocable (portante-tractor), de movimiento continuo, que garantiza un flujo de caña del lote al trapiche de 2.600 kg/h, como mínimo, y de 3.800 kg/h, como máximo. Dadas las condiciones específicas de este predio, es posible afirmar que el STCA, combinado con el uso de mulares o animales de carga, es técnicamente factible y económicamente viable, ya que permite un ahorro de más del 12 % en los costos de transporte y una reducción del 30 % en los requerimientos de mano de obra.

Palabras clave: transporte de caña, cable aéreo, sistema autopropulsado

Introducción

En los últimos años, se han desarrollado diversos avances en la mayoría de los eslabones de la producción de panela (García et al., 2007): control de plagas, mejoramiento de las semillas, creación de hornillas más eficientes (Velásquez et al., 2019), entre otros. Aun así, el proceso de transporte de la caña de azúcar para la producción de panela desde el cultivo hasta el molino o trapiche se sigue desarrollando de forma tradicional, con el uso de animales de carga. Este sistema tradicional de transporte se ha generalizado debido, entre otras razones, al bajo costo de inversión, a la flexibilidad de operación que ofrece y a la rápida adaptación a los caminos afectados por las condiciones ambientales. A pesar de las ventajas de uso de los animales de carga, las difíciles condiciones topográficas de las zonas paneleras, muchas veces empeoradas por las lluvias y la erosión, han conllevado una serie de dificultades en las labores de carga y transporte, ocasionando, entre otras, lesiones en los mulares, mayores costos de transporte (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2006), menor productividad por parte del animal (Valette & Upjohn, 2014) y, en ocasiones, la imposibilidad de llevar la materia prima para la producción de panela.

Como alternativa de transporte para la caña de azúcar para la producción de panela y otros productos agrícolas en condiciones de ladera, se utilizan los sistemas de transporte por cable. Estos sistemas son una alternativa económica y eficiente, y se pueden dividir en dos grupos, según la fuente de energía del movimiento: los sistemas por gravedad y los motorizados. Los sistemas de transporte por gravedad se utilizan para desplazar cargas que deben tomar dirección de bajada, y los sistemas motorizados se utilizan cuando la carga se desplaza hacia arriba o en dirección horizontal. Por otro lado, los sistemas de transporte por cable también se pueden clasificar según la cantidad de cables utilizados y su función: cable portante o cable tractor (Orro Arcay et al., 2003). El cable portante se encarga de sostener la carga de forma vertical, mientras que el cable tractor se encarga del

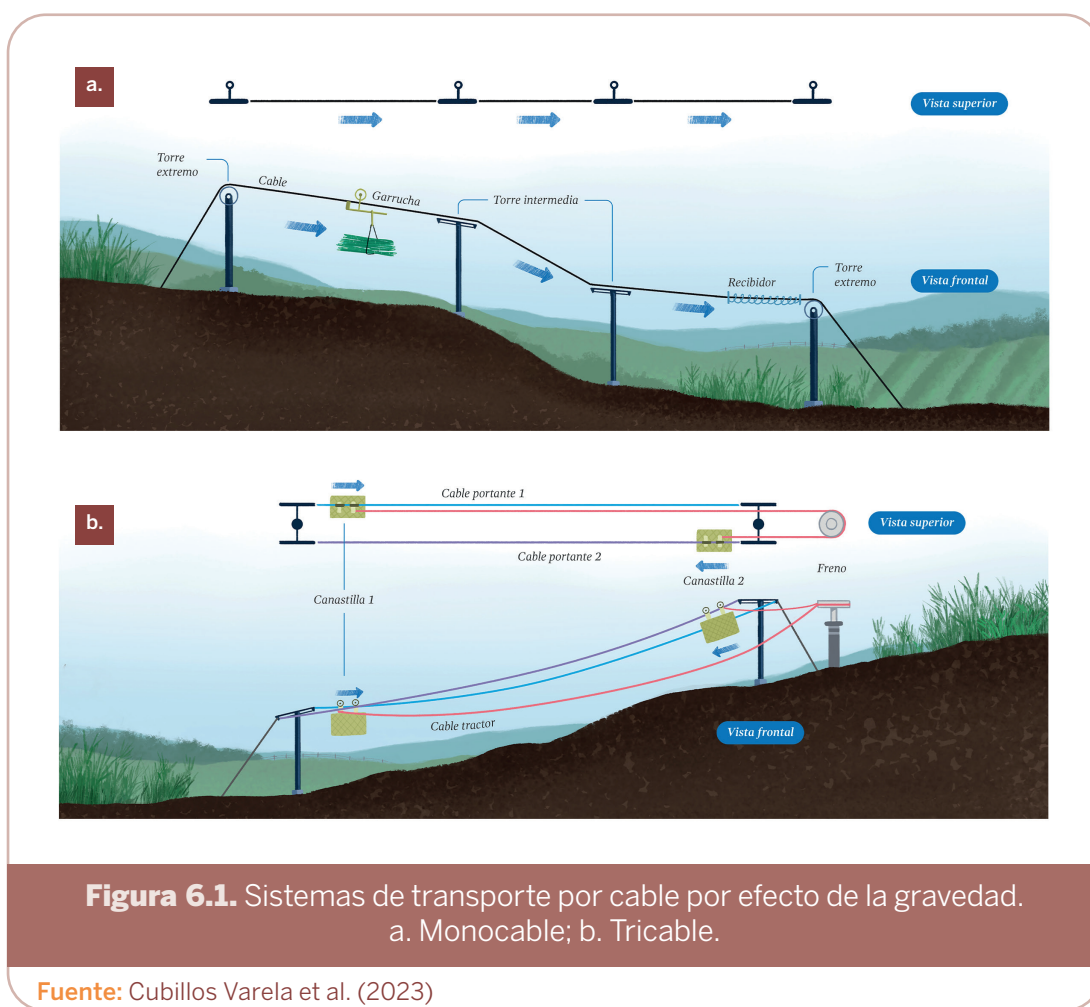
desplazamiento o carga horizontal. Los cinco tipos de sistemas de transporte por cable se describen a continuación:

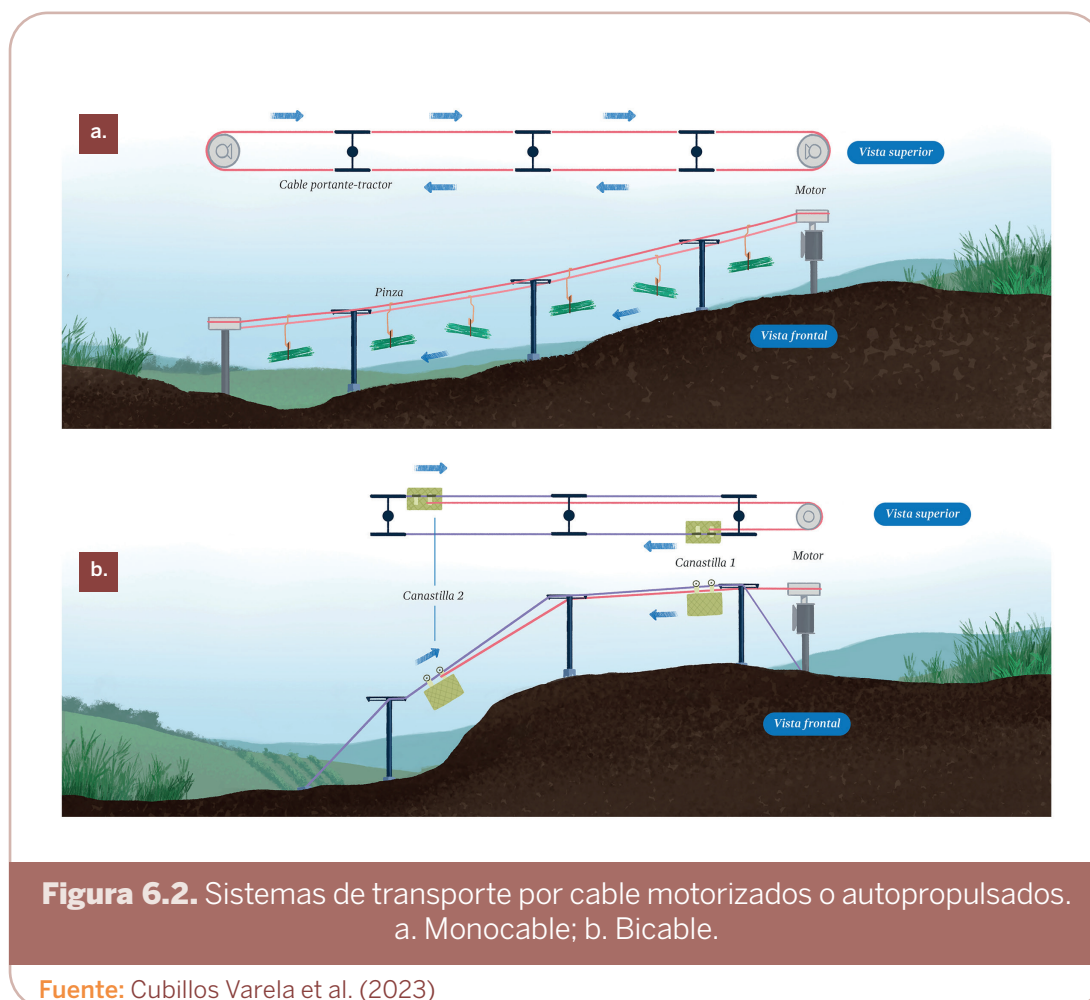
- Monocable por gravedad (un cable portante): utiliza una serie de torres que sostienen un cable portante (Parra Rodríguez et al., 1989); la carga se desplaza por medio de garruchas con freno que se mueven hacia abajo (figura 6.1a).
- Tricable por gravedad (dos cables portantes y un cable tractor): en cada cable portante (de color morado y cian en la figura 6.1b) se cuelga una canastilla, mientras que el cable tractor (de color rojo) une las dos canastillas a través de una polea que se encuentra en la parte superior. La canastilla que está arriba se carga para que, al bajar por efecto de la gravedad, suba la canastilla vacía, que está en la parte de abajo (Thapa Magar, 2016).
- Monocable motorizado (un cable portante-tractor): el cable se comporta como portante y tractor al mismo tiempo. Al cable se fijan pinzas fijas o desmontables, donde se ubica la carga que se va a transportar (figura 6.2a).
- Bicable motorizado (un cable portante y un cable tractor): sobre el cable portante (de color morado en la figura 2b) se ubica una canastilla que se desplaza gracias al cable tractor (de color rojo), que se mueve gracias a un motor. También es conocido como sistema tipo tarabita (Mejía Vargas, 2011).
- Tricable motorizado (dos cables portantes y un cable tractor): se compone, como el sistema de tricable por gravedad, de dos cables portantes y un cable tractor, pero, en lugar de un freno, utiliza un motor para mover la carga en subida.

Si bien cuentan con estas ventajas, los sistemas de transporte por cable son una tecnología poco difundida, e incluso menos para el transporte de caña, debido a los altos costos de fabricación e instalación, las dificultades de diseño y los requerimientos específicos en el sector agroindustrial de la panela.

Por estas razones, el objetivo de este capítulo es presentar los resultados y una serie de recomendaciones genéricas para el

diseño, montaje y operación de los sistemas de transporte por cable aéreo (STCA) en la agroindustria panelera. Se seleccionó un predio en zona de ladera para validar la tecnología de transporte de caña de azúcar por cable aéreo para la producción de panela; luego, se realizó el diseño del sistema específico para este predio, se construyeron e instalaron los componentes del sistema, se evaluó la viabilidad económica y, finalmente, se validó el STCA.





Metodología

El predio que se seleccionó para la instalación del sistema se denomina El Placer, y se encuentra ubicado en la zona de la Hoya del Río Suárez, en la vereda San Emigdio del municipio de Santana, Boyacá, a una altura de 1.750 m s. n. m.; sus coordenadas geográficas son 6° 04' 55,6" de latitud norte y 73° 28' 2,9" de longitud oeste, con una temperatura media de 18 °C y una precipitación promedio anual de 1.436 mm. La finca cuenta con un área de 36,92 ha, distribuidas en 20 lotes, con una dedicación del 98 % al cultivo de caña de azúcar, con las variedades RD 75-11 y CC 93-7711, que tienen un rendimiento promedio de 122 t de caña/ha.

Dentro de la finca El Placer se encuentran las instalaciones del trapiche para realizar el proceso de producción de panela. En el trapiche se realizan quince moliendas al año; para ello, se cuenta con un molino marca El Panelero, referencia R17, y con una hornilla con una capacidad de producción de 15.000 kg de panela por molienda, es decir, aproximadamente 142.000 kg de caña por molienda. Aunque la molienda se desarrolla en siete días (iniciando el domingo), el apronte de la caña (corte, alce y transporte) se lleva a cabo durante diez días, iniciando el miércoles antes del inicio de la molienda y terminando el viernes de la siguiente semana.

Para la implementación, validación y evaluación del STCA en el predio seleccionado, se desarrollaron las siguientes fases:

- Levantamiento topográfico del área de influencia.
- Diseño y simulación del STCA para la producción de panela
- Construcción, instalación y evaluación del STCA

Levantamiento topográfico del área de influencia

En el levantamiento topográfico realizado en la finca El Placer (figura 6.3), se encontró una topografía de carácter quebrado (Vergara et al., 2018), con pendientes del terreno del 14 al 70 %, y el trapiche está localizado en un punto central de la finca, en el mismo sitio donde se ubica el sistema motriz (figura 6.3).

Diseño del STCA

Dadas las condiciones específicas y técnicas del trapiche de la finca El Placer, como el tamaño de la finca, la topografía, el flujo de material de caña por transportar desde el campo hasta el trapiche, la distribución de los lotes y las vías, entre otras, se diseñó e instaló un STCA tipo monocable autopulsado (portante-tractor).

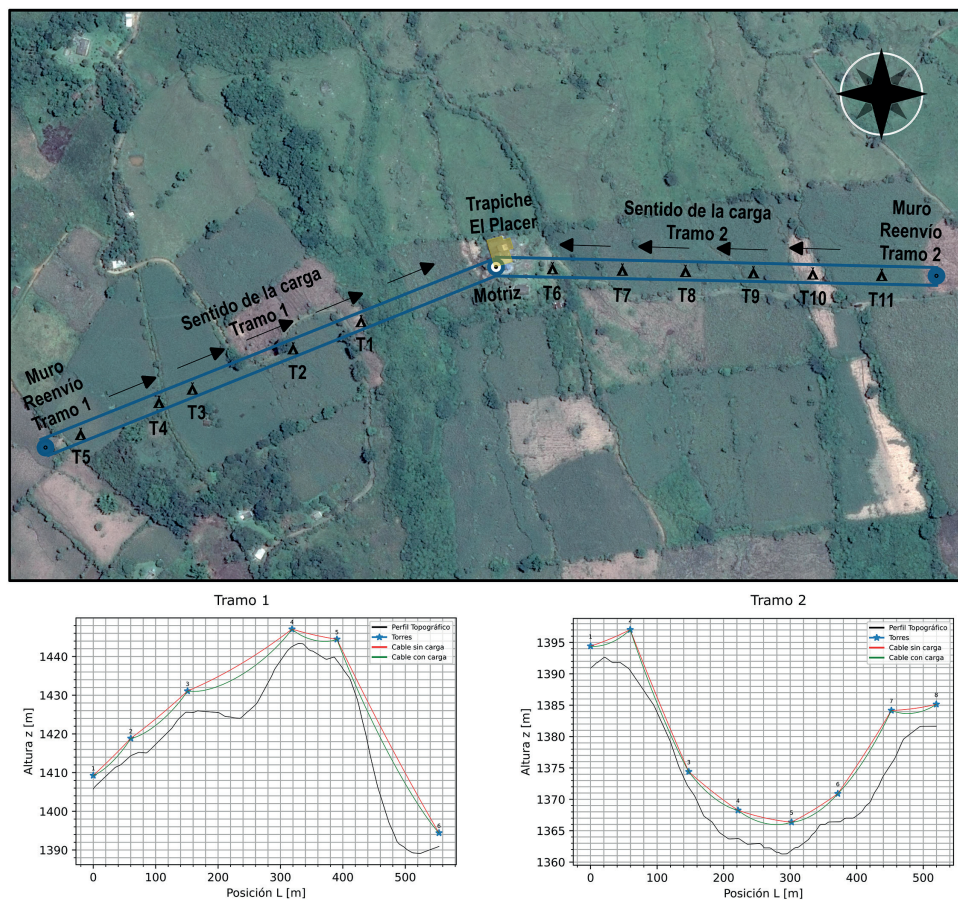


Figura 6.3. Condiciones topográficas de la finca El Placer y trazado de la línea del sistema autopropulsado con tramos.

Fuente: Elaboración propia

Como se presenta en la figura 6.3, el sistema se dividió en dos tramos, ya que las líneas de influencia del sistema difieren en su linealidad en $22,2^\circ$ una de la otra. Por esta razón, la parte del trapiche hacia la izquierda, de 567,82 m de longitud, se designó como el tramo 1, y la parte del trapiche hacia la derecha, de 516,82 m, como el tramo 2, para una red total de transporte de 1.084,64 m. Con estos tramos independientes, que alimentan el trapiche desde lugares opuestos, se buscó la mayor cobertura posible del sistema en los lotes del predio.

En el diseño del STCA se definió la posición de cada una de las torres, así como la tensión, longitud y tipo de cable, la potencia del motor y los planos de detalle de cada uno de sus componentes.

Resultados y discusión

A continuación, se describen en detalle los elementos técnicos y productivos del STCA. La descripción de su funcionamiento se puede apreciar en el video publicado por AGROSAVIA TV (2019).

Construcción del STCA

El sistema posee tres estaciones (una motriz y dos de reenvío) y doce torres intermedias. El cable seleccionado, por restricciones de terreno y cálculo de catenarias, correspondió a un portante-tractor de media pulgada de diámetro (con peso unitario de 0,625 kg/m y carga de rotura de 107 kN), con 57 pinzas de carga fijas separadas cada 38,8 m, que garantizan flujos de caña entre 2.500 y 3.700 kg/h.

El motor se calculó teniendo en cuenta varios estados de carga. El caso más crítico para los requerimientos de potencia se presenta con el sistema cargado desde la estación de salida (estación motriz) hasta el punto más alto del trazado, en el sentido de ida (tramo 1), con una pendiente del cable del 40 %. Para superar ese punto, con la velocidad establecida de marcha, se requieren alrededor de 8,5 hp. Sin embargo, para mayor seguridad, se seleccionó un motor eléctrico trifásico de 15 hp, con reductor y freno de cola, el cual proporciona el movimiento, que se transmite a una polea motriz para generar el desplazamiento del cable del tramo correspondiente a operar, de acuerdo con el lote de cosecha. Es decir, si se está cosechando caña en las áreas correspondientes al tramo 1, se acciona únicamente el STCA correspondiente a este tramo, sin activar el tramo 2, y viceversa.

Las torres son los elementos que soportan los componentes de rodadura del cable portante-tractor, montadas sobre zapatas en concreto. La altura de las torres se calculó en función de la topografía del suelo, las restricciones de las vías, los obstáculos, etc. Las torres están conformadas por una columna de 3 m de altura en promedio, están construidas en tubo de acero de 6" con 7,11 mm de espesor y se apoyan sobre zapatas de concreto de 0,5 m de profundidad y 0,7 m de diámetro (figura 6.4).



Figura 6.4. Torres intermedias de soporte del cable (color verde), pinzas y gancho de carga (color amarillo); proceso de ubicación de un paquete de caña en el gancho de la pinza.

Foto: Juan Carlos Lesmes Suárez

Las pinzas son elementos que se adhieren fijamente al cable, y sobre estas se acoplan los brazos para la carga y el transporte de los paquetes de caña, de aproximadamente 40 kg (figura 6.4). El

STCA se diseñó para soportar en cada gancho un peso de hasta 110 kg, correspondiente al peso de los 38,8 m de cable (24 kg), de la pinza y los contrapesos (10 kg) y del paquete de caña a transportar (40 kg). Por lo tanto, la pinza podría transportar hasta 76 kg de caña. En la tabla 6.1 se muestra la ficha técnica del STCA.

Tabla 6.1. Ficha técnica del STCA

Descripción	Unidad	Valor
Estaciones	Unidad	3
Número de torres intermedias del tramo 1 (altura: 2,5-5,0 m)	Unidad	5
Número de torres intermedias del tramo 2 (altura: 2,5-4,3 m)	Unidad	7
Capacidad de carga del sistema-diseño	kg/h	2.600
Cantidad de brazos de carga del tramo 1 (separados por 38,8 m)	Unidad	30
Cantidad de brazos de carga del tramo 2 (separados por 38,8 m)	Unidad	27
Velocidad de diseño	m/s (km/h)	0,71 (2,5)
Potencia del sistema motriz	kW (hp)	11,18 (15)
Cable (portante-tractor)		
Tipo	Referencia	6 x 19 EIPS A. F. Lang D.
Diámetro	Pulgadas (mm)	½ (12,7)
Cantidad de cables (bucle)	Unidad/tramo	1
Peso lineal	kg/m	0,625
Cantidad de tramos o bucles	Unidad	2
Resistencia de rotura	kg	10.250
Longitud total del cable en el tramo 1	m	1.165
Longitud total del cable en el tramo 2	m	1,043
Máxima tensión	kg	2.400
Factor de seguridad	Unidad	2,8

Fuente: Elaboración propia

Condiciones de operación del STCA

Con base en las condiciones de operación del trapiche, se requieren aproximadamente 15 t de caña en 7 h, es decir, cerca de 2.150 kg de caña/h para la producción de panela por día. La velocidad del STCA se puede controlar desde 0 hasta 1,76 m/s (6,3 km/h). Sin embargo, la velocidad adecuada para que un sillero descargue suavemente el paquete de caña de la pinza en movimiento en el trapiche es de aproximadamente 0,79 m/s (2,84 km/h) (figura 6.5), con lo que se alcanza a transportar 72 paquetes de 40 kg de caña por hora, para un flujo de caña de 2.880 kg/h. Sin embargo, el sillero, una vez capacitado, puede operar el STCA a una velocidad de hasta 0,97 m/s (3,49 km/h), con lo que se alcanzan flujos de caña de hasta 3.600 kg/h, lo que permite disminuir el número de días para el apronte de la caña en el trapiche.



Figura 6.5. Descarga del paquete de caña.

Foto: Juan Carlos Lesmes Suárez

Es importante señalar que, en caso de velocidades de operación del STCA inferiores a 0,71 m/s, se genera una subutilización. De otra parte, cuando el sistema es operado a velocidades superiores a 0,97 m/s, se dificulta el enganche y la descarga de los paquetes de caña, lo que obliga a detener el sistema y genera, como consecuencia, una disminución de la eficiencia del STCA.

Otras recomendaciones para el STCA son las siguientes:

- Se debe operar en condiciones climáticas adecuadas. No se recomienda operarlo en situaciones de lluvia, debido principalmente a riesgos que pueden sufrir los operarios o silleros en la carga y descarga por la humedad en los ganchos y el sistema. En la finca El Placer no se presentan vientos fuertes que puedan alterar el funcionamiento del STCA, pero, de presentarse, se tendría que suspender su operación.
- Se requiere una apropiada relación entre el número de corteros (operarios que cortan la caña), alzadores (operarios que cargan la caña en las mulas), mulas que transportan la caña al punto de carga y operarios que hacen los paquetes de caña.
- Se requiere la capacitación de un operario para la manipulación y enganche de los paquetes de caña, y de silleros para el apronte de caña.

Evaluación económica del STCA

El análisis realizado para las condiciones particulares de la finca El Placer muestra que, con el sistema tradicional de transporte, es necesario contratar alzadores con mulas, los cuales normalmente tienen que recorrer cerca de 2.000 m entre el lote de corte y el trapiche, por un camino destapado que permite realizar 6 viajes al día. En una molienda típica, el sistema tradicional de transporte de caña procesa 142.000 kg de caña, para obtener 15.000 kg de panela; para ello, se contratan 8 alzadores con 16 mulas, que realizan el transporte de caña por 10 días, para un total de 79 jornales de alizador (en la medición realizada, un alizador no

trabajó un día) y 158 días de mula por molienda. En promedio, una mula transporta 150 kg de caña y realiza 6 viajes por día, por lo que logra transportar 900 kg/día; así, las 16 mulas transportan en un día 14.400 kg de caña, logrando en los 10 días de apronte el objetivo mínimo de 142.000 kg de caña requeridos para la molienda. Además, se contratan 2 silleros por día durante los 10 días que dura el apronte de la caña, para un total de 20 jornales de silleros por molienda. En total, bajo este sistema tradicional, para las labores de movimiento de la caña se requieren 99 jornales por molienda (tabla 6.2).

Tabla 6.2. Costos de transporte de caña para la producción de 15 t de panela, mediante el sistema tradicional de transporte en mulas, en la finca El Placer, en Santana, Boyacá

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor unitario (COP)	Valor total (COP)	Participación (%)
Alzadores	Jornal	79	40.000	3.160.000	65,4
Mulas	Ración de comida de las mulas	158	5.500	869.000	18,0
Silleros	Jornal	20	40.000	800.000	16,6
Costo total del transporte de caña				4.829.000	100

Fuente: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica, 2016)

Por su parte, la combinación del STCA con el transporte en mulas permite reducir el recorrido de las mulas a tan solo 100 m de trayecto, correspondiente a la distancia desde el lote de corte hasta el punto de carga de la caña en el STCA. De esta forma, para el mismo requerimiento de transporte de 142.000 kg de caña por molienda, se contratan solo 2 alzadores diarios, con 4 mulas, durante 8 días (tiempo en el cual se apila en el punto de carga toda la caña cortada), para un total de 16 jornales de alizador y 32 días de mula por molienda. Para el transporte de caña con el STCA, se deben emplear 3 trabajadores para armar los paquetes de caña y un trabajador para alzar y enganchar los paquetes en el

cable. La labor de transporte de caña por cable se realiza durante 9 días, lo cual implica que para cada molienda se deben contratar 27 jornales de trabajadores para armar los paquetes de caña y 9 jornales de un trabajador para el enganche de la caña en el cable. Al igual que en el sistema tradicional, se contratan 2 silleros por día, durante 9 días —tiempo de duración del apronte de la caña con este sistema—, para un total de 18 jornales de silleros por molienda. En el sistema combinado con cable y mulas se emplean en total 70 jornales por molienda en labores relacionadas con el movimiento de la caña; por tanto, este sistema combinado permite un ahorro del 29,3 % en la mano de obra requerida para estas labores (tabla 6.3), respecto al sistema tradicional, únicamente con mulas. Los costos totales de transporte de caña mediante el sistema combinado se reducen en cerca de COP 607.591 por molienda. Este ahorro representa cerca de COP 4.280 por tonelada de caña transportada, y equivale a una reducción del 12,5 % en los costos de transporte de la caña para la elaboración de panela.

Tabla 6.3. Costos de transporte de caña para la producción de 15 t de panela, mediante el sistema combinado de cable y mulas, en la finca El Placer, en Santana, Boyacá

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor unitario (COP)	Valor total (COP)	Participación (%)
Alzadores	Jornal	16	40.000	640.000	15,2
Mulas	Ración de comida de las mulas	32	5.500	176.000	4,2
Silleros	Jornal	18	40.000	720.000	17,0
Armadores de paquetes	Jornal	27	40.000	1.080.000	25,6
Enganchadores de paquetes	Jornal	9	40.000	360.000	8,5
Energía	kW/h	229	501	114.729	2,7

Continúa

Continuación tabla 6.3

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor unitario (COP)	Valor total (COP)	Participación (%)
Mantenimiento				125.000	3,0
Riata de amarre	Unidad	30	9.000	270.000	6,4
Depreciación				330.000	7,8
Financiero				405.680	9,6
Costo total del transporte de caña				4.221.409	100

Nota: Los valores pagados como jornal no incluyen los costos de alimentación. Para el caso de los alzadores, el valor incluye el alquiler de los animales de carga.

Fuente: Corpoica (2016)

Recomendaciones del STCA para pequeños y medianos productores de panela

Los pequeños y medianos productores de panela se caracterizan por cultivar caña de azúcar para panela en áreas inferiores a 50 ha, en suelos con topografía quebrada, con infraestructura vial inadecuada para el transporte de la caña y con mano de obra cada vez más escasa. Bajo estas condiciones, las recomendaciones para el diseño y montaje del STCA son las siguientes:

- Identificar el área de la finca sembrada con caña, la distribución de los lotes, las condiciones topográficas y la ubicación del trapiche en la finca, lo cual se logra con los planos resultantes del levantamiento topográfico (planimétrico y altimétrico).
- Conocer el rendimiento de producción de caña en los diferentes lotes de la finca (t/ha).
- Conocer la capacidad de producción de panela, asociada a la hornilla y el molino, para poder establecer la cantidad de caña y el tiempo de apronte, el número de días por molienda y, finalmente, el flujo de caña que se va a transportar al trapiche.

- Definir uno o más trazados de redes del STCA, según la distribución de los lotes y la ubicación del trapiche dentro de la finca, buscando la uniformidad entre las distancias de los lotes al STCA.
- Seleccionar el tipo de STCA en función del flujo de caña por transportar: para bajos flujos de caña, se recomienda un sistema monocable, y para distancias más largas, con un mayor flujo de caña por transportar, en topografías muy quebradas, se recomienda un sistema bicable.
- Seleccionar el STCA según los requerimientos de movilización: para distancias relativamente cortas, en topografías no muy quebradas, se recomienda un sistema de movimiento continuo, es decir, que gire permanentemente a una velocidad constante, y para distancias muy largas, en topografías muy quebradas, para lograr una mayor capacidad de carga, se recomienda un sistema de vaivén, es decir, en el que se desplaza una canasta de gran capacidad de carga a un extremo de la finca (por ejemplo), se llena y se regresa al trapiche para su descarga; una vez descargada la caña, el ciclo inicia nuevamente.
- Realizar un diseño mecánico estructural del STCA y de sus componentes.

Conclusiones

Dadas las condiciones específicas de la finca El Placer, se puede afirmar que la implementación del sistema de transporte de caña aéreo, combinado con el transporte tradicional en mulas, es factible desde el punto de vista técnico y económico. Desde el punto de vista técnico, se evidencia la posibilidad de ajustar este tipo de STCA para el transporte de caña en la producción de panela, cumpliendo con los requerimientos del proceso y sin afectar la calidad del producto. Por otro lado, se evidencia, desde el punto de vista económico, que el uso del STCA genera, para este caso, un ahorro de hasta el 12,5 % en los costos de transporte de caña. Igualmente, la implementación de este sistema en la finca El Placer

permitió definir una serie de recomendaciones generales para la implementación de los STCA para caña de azúcar, las cuales son de interés para la agroindustria panelera.

Agradecimientos

Agradecimiento al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural por la financiación de los proyectos ejecutados por AGROSAVIA en desarrollo de la agenda de investigación. Los resultados corresponden al proyecto “Sistema para el transporte de la caña por cable para producción de panela validado en zona de ladera”.

Referencias

- AGROSAVIA TV. (2019, 24 de julio). *Sistema de transporte de caña por cable* [video]. YouTube. www.youtube.com/watch?v=XLxzfJwLkLY
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). (2016). *Sistema para el transporte de la caña por cable para producción de panela validado en zona de ladera* [reporte final de meta].
- Cubillos Varela, A., Lesmes-Suárez, J. C., Murcia, J. S., Murcia, S. D., Varón-Ramírez, V. M., & Santacruz, A. M. (2023). *Tecnologías de transporte por cable aéreo para condiciones de ladera*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.brochure.7406399>
- García, H. R., Albarracín, L. C., Toscano Latorre, A., Santana, N. J., & Insuasty, O. (2007). *Guía tecnológica para el manejo integral del sistema productivo de la caña panelera*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13454>
- Mejía Vargas, A. F. (2011). *Diseño y construcción de un sistema de transporte de carga por medio de cables para topografía de gran pendiente* [tesis de pregrado]. Universidad Eafit. https://repository.eafit.edu.co/xmlui/bitstream/handle/10784/4442/AndresFelipe_MejiaVargas_2011.pdf?sequence=3&isAllowed=y

- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR] (2006). *El sector panelero colombiano*. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/18667/43705_55394.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Orro Arcay, A., Novales Ordax, M., & Rodríguez Bugarín, M. (2003). *Transporte por cable*. Tórculo Artes Gráficas.
- Parra Rodríguez, H., Álvarez Mejía, F., & Roa Mejía, G. (1989). Transporte de café cereza por cable aéreo de gravedad. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 42(2), 31-57. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/28451>
- Thapa Magar, R. (2016). *Gravity goods ropeways: A sustainable solution for rural transportation in hilly and mountainous regions of Nepal* [tesis de maestría]. University of Oregon. https://scholarsbank.uoregon.edu/xmlui/bitstream/handle/1794/20424/ThapaMagar_oregon_0171N_11478.pdf?sequence=1
- Valette, D., & Upjohn, M. (2014). Voices from women: Working equids as 'invisible helpers'. En World Horse Welfare (Ed), *Proceedings of the 7th International Colloquium on Working Equids*.
- Velásquez, F., Espitia, J., Mendieta, O., Escobar, S., & Rodríguez, J. (2019). Non-centrifugal cane sugar processing: A review on recent advances and the influence of process variables on qualities attributes of final products. *Journal of Food Engineering*, 255, 32-40. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.03.009>
- Vergara, R., Rodríguez, L., & Alarcón, Y. (2018). Estudio de caracterización de la actividad productiva del sector de la caña panelera en la Hoya del Río Suárez. *Novum*, 1(8), 32-48. <https://www.redalyc.org/journal/5713/571360729002/html/>