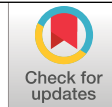


# ANÁLISIS DESCRIPTIVO UNIVARIADO DEL EMPLEO DE CABLE AÉREO PARA TRANSPORTE DE CAFÉ A NIVEL DE FINCA

Juan Carlos Gómez Soto \*

Gómez-Soto, J. (2024). Análisis descriptivo univariado del empleo de cable aéreo para transporte de café a nivel de finca. *Revista Cenicafé*, 75(1), e75101. <https://doi.org/10.38141/10778/75101>



Entre los métodos de transporte de frutos de café en fincas que complementan o sustituyen al operario recolector se cuenta con cables aéreos, los cuales son dispositivos con distintos métodos de tracción, fuentes de energía, potencia motorizada, sistema de frenado y diseño de la plataforma de carga y movilización; siendo más comunes los de tipo malacate y de giro continuo sobre poleas. Se realizó un estudio descriptivo en siete departamentos con fincas que utilizan esta tecnología, por medio de análisis univariado. Los resultados indican que existe una diversidad amplia en cuanto a características técnicas, económicas y sociales, el rango intercuartílico de área en café va desde las 2,6 a las 8,9 hectáreas y movilizan 39,8 t (C.V: 130%) de frutos de café al año en promedio. Para las condiciones, la instalación de cable aéreo significó un cambio de tiempo de transporte de frutos por jornada de 57,6 min (D.E. 17,5) a 15,0 min (D.E. 4,9); el monto promedio de la inversión (año 2021) ascendió a \$15.910.000 COP, \$27.352.000 COP y \$38.285.000 COP en fincas pequeñas, medianas y grandes, respectivamente. En cuanto a los factores que determinaron la instalación del sistema, los caficultores manifestaron la reducción de costos y aumento de rendimiento de recolección, el enganche, retención y mejor empleabilidad de recolectores y el transporte de otros productos agrícolas, equipos e insumos, mayores facilidades administrativas en época de cosecha y valorización del predio, y como limitantes el costo de inversión inicial y el mantenimiento.

**Palabras clave:** Análisis económico, maquinaria agrícola, recolección, café, Cenicafé, Colombia.

## DESCRIPTIVE UNIVARIATE ANALYSIS OF THE USE OF AERIAL CABLE FOR COFFEE TRANSPORT AT THE FARM LEVEL

On-farm coffee cherry transport methods that complement or replace the physical labor of pickers include aerial cables. These are devices with various traction methods, power sources, motorized power, braking systems, and designs for loading and mobilization platforms, with winch and continuous rotation over pulleys being the most common types. A descriptive study was conducted in seven departments with farms that use this technology, through univariate analysis. The results indicate that there is a wide diversity in technical, economic, and social characteristics. The interquartile range of coffee growing area spans from 2.6 to 8.9 hectares, and an average of 39.8 tons (C.V: 130%) of coffee cherries are transported per year. Under the observed conditions, the installation of an aerial cable resulted in a reduction in fruit transport time per workday from 57.6 min (S.D. 17.5) to 15.0 min (S.D. 4.9). The average investment amount (2021) was \$15,910,000 COP, \$27,352,000 COP and \$38,285,000 COP in small, medium, and large farms respectively. Regarding the factors that determined the installation of the system, coffee growers cited cost reduction, increased harvesting efficiency, improved recruitment and retention of pickers, the transportation of other agricultural products, equipment, and supplies, administrative ease during harvest seasons, and property value appreciation. However, initial investment costs and maintenance were identified as limitations.

**Keywords:** Economic analysis, agricultural machinery, harvesting, coffee, Cenicafé, Colombia.

\* Investigador Científico II. Disciplina de Economía Agrícola, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. <https://orcid.org/0000-0001-9270-0538>



El transporte de frutos de café es una actividad o subproceso de la recolección o cosecha cuyo costo es asumido por el caficultor. Este costo se convierte de manera indirecta por medio de la incorporación de sobrecosto por kilogramo recolectado al destajo dada la dificultad del transporte o de forma directa cuando se paga por jornal y asciende en proporción directa al tiempo demandado, el cual se extiende en lotes de topografía escarpada, pendiente empinada o ubicación lejana al punto de recibo (Salazar et al., 2016).

En relación al tiempo dedicado al transporte de frutos de café en la cosecha, las cifras son condicionadas a las particularidades de cada lote y la ubicación del punto de recibo, entre otros; sin embargo, se parte del hecho de que si una persona sobre un camino peatonal cubre poco más de 80 metros por minuto (Barreira et al., 2010), dicha cifra es mayor en terrenos agrícolas al ser ralentizada por el grado de pendiente (Salazar et al., 2016) y con un mayor riesgo por caídas a nivel y lumbalgias cuando el desplazamiento se efectúa con carga en terrenos resbaladizos por lluvias, caso frecuente en épocas de cosecha en la geografía nacional, donde más del 55% de los cultivos se ubican en pendientes mayores del 70% (Martínez et al., 2005).

La jornada laboral en época de cosecha se extiende hasta las 5:00 pm o 6:00 pm, no obstante, se limita cuando el trabajador emplea tiempos sustanciales en el traslado y pesaje del café, lo cual conlleva a que el recolector termine la recolección antes de lo usual y proceda a trasladar lo recolectado, con lo cual se reduce el rendimiento operativo por la menor cantidad de horas efectivas de recolección (Salazar et al., 2016).

De forma adicional, cuando el recolector traslada cargas pesadas de café se incumple con los requisitos de la Organización Internacional

del Trabajo y la normatividad colombiana para el transporte seguro, dado que el peso máximo recomendado en trabajos habituales de manipulación de cargas para el género masculino es de 25,0 kg y en trabajos esporádicos el peso permitido puede llegar hasta los 40,0 kg (ARL Sura, 2018); en concordancia con el estatuto de Seguridad Industrial (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1979) que establece la necesidad de dotar de mecanismos de asistencia para la manipulación de cargas.

En el sector cafetero el panorama con relación a estos límites de carga, si se tiene en cuenta que un trabajador estándar recolecta en promedio entre 80 y 110 kg de café frutos de café al día (Duque & Dussan, 2004; Federación Nacional de Cafeteros, 2017), y realiza entre dos y cuatro viajes con carga por jornada, únicamente en el 5,9% de un total de 187 casos analizados por Vélez et al. (1999), trasladaron cargas inferiores o iguales a 25,0 kg y en el 61% de los casos los recolectores manipularon cargas entre 25,0 kg y 50,0 kg.

Por su parte, las recolectoras no deben trasladar pesos que excedan los 20,0 kg (ARL Sura, 2018), y para esta población femenina, que representa el 14,2% de la oferta de mano de obra en cosecha (Federación Nacional de Cafeteros, 2017), este entorno limita en la práctica la empleabilidad de recolectoras por la dificultad del traslado del café cosechado.

Desde el punto de vista de riesgos laborales, el 97% de los recolectores no cuenta con protección, lo cual determina que ante accidentes laborales no hay cubrimiento de incapacidades médicas ni compensación por pérdida de ingresos, de modo que “el empleador o contratante es quien termina asumiendo los mayores costos al no existir un mecanismo sistemático de transferencia del

riesgo” (Federación Nacional de Cafeteros, 2017), de allí que evitar el traslado de cargas excesivas en dichas condiciones contribuye a la seguridad laboral del trabajador y a la económica del productor.

Desde un aspecto socio económico, buena parte del café en Colombia es recolectado por los mismos caficultores, es así como en las fincas con menos de una hectárea, el aporte de la mano de obra familiar en la cosecha es del 75% y en fincas con menos de dos hectáreas representa el 46% (García et al., 2016, citado por Federación Nacional de Cafeteros, 2017); además estos últimos autores establecieron que en las fincas de mayor tamaño, el 22% de los recolectores son pequeños productores que “venden su mano de obra como mecanismo de ingresos complementarios”; esto implica que en buena parte de la caficultura colombiana el recolector y el caficultor son la misma población.

Con base en las consideraciones anteriormente expuestas, Cenicafé ha trabajado en equipos y dispositivos para facilitar la labor de traslado de carga en los cafetales, como el malacate, el cual consta de un vagón que se desplaza en la plantación por medio de un cable (Sanz et al., 2011), cables aéreos por gravedad en bancos de prueba (Parra et al., 1989) (Departamento Administrativo de Ciencia y Tecnología [Colciencias] et al., 2016) o motorizados (Oliveros & Sanz, 2011, Patiño et al., 1994), incluidos en compendio en el Manual del Cafetero Colombiano (Federación Nacional de Cafeteros, 2013), de modo que la mecanización de labores durante la cosecha (recolección, traslado) sea una estrategia ejecutada por productores de café en las laderas colombianas.

En Colombia hay equipos funcionales de cable aéreo en fincas cafeteras desde 1986 (Gómez, 2020)<sup>1</sup>. El cable aéreo, de acuerdo al Decreto No.1072 de 2004: “*Por el cual se reglamenta el Servicio Público de Transporte por Cable de Pasajeros y Carga*”, se define como: “un sistema compuesto por cables aéreos, en los cuales los vehículos están soportados por uno o más cables, dependiendo del tipo de mecanismo a utilizar, los vehículos son propulsados por un cable tractor o simultáneamente por un sistema de cable sustentador y cable tractor”.

El cable aéreo, llamado regionalmente con diversos nombres como “garrucha” o “tarabita”, es uno de los dispositivos empleados en la labor de acarreo de frutos de café, insumos (fertilizantes, agua para aspersiones), pulpa de café y otros productos agrícolas (plátano, aguacate, leña), aperos, equipos e incluso alimentos y bebidas para los trabajadores en predios agrícolas cafeteros. En general, estos dispositivos son de dos tipos: malacate (*winch*) o el más común, que corresponde al de circulación continua o bicable, en el cual se destaca la presencia de un cable soporte de mayor calibre y resistencia y un segundo tipo, de arrastre, que gira sobre poleas en los extremos del sistema y es el encargado de transmitir la fuerza otorgada por el sistema motriz a la plataforma de carga. El sistema motorizado generalmente recurre a potencia por energía eléctrica y en menor medida a motores a gasolina y diésel, ocasionalmente se han observado de energía solar (Gigante, Huila); mientras que el sistema de frenado es electro-asistido con motorreductores, sin embargo, los de mayor uso son los mecánicos por su menor costo inicial, con frenos de tambor o disco, pero de menor prestación de seguridad operacional (Gómez, 2020)<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Gómez S., J. Transporte de frutos de café por cable aéreo. Cenicafé, Disciplina de Economía, 2020, 120 p. (sin publicar).

Dado que no hay análisis completos del subproceso de transporte interno con estos dispositivos a nivel de finca cafetera, tanto desde lo técnico como lo social y su interacción sobre lo económico, esta investigación tuvo como objetivo realizar un ejercicio descriptivo a nivel de finca y contribuir al conocimiento de los beneficios y limitaciones que se presentan tanto para productores como para recolectores al transportar café por estos mecanismos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Localización.** El estudio se desarrolló en los departamentos de Antioquia, Caldas, Huila, Risaralda, Santander, Tolima y Valle del Cauca, en los cuales se concentra la mayor cantidad de fincas con la tecnología de cables aéreos entre los departamentos cafeteros de Colombia, de acuerdo a la información suministrada por el Servicio de Extensión de la Federación Nacional de Cafeteros.

**Marco muestral y tamaño de la muestra.** Se seleccionaron las fincas a visitar que constituían una muestra representativa de la población finita de predios con la tecnología de cables aéreos (Snedecor & Cochran, 1996), con probabilidad de ocurrencia de 0,5 (p y q) y un error del 10%, propio de este tipo de estudios donde se espera redundancia en la información a criterio experto; sin embargo, dado el interés de visitar al menos una finca con la tecnología en algunos departamentos con empleo del sistema de cable, se realizaron visitas por conveniencia en estos departamentos, por lo cual los resultados del estudio corresponden exclusivamente al marco del estudio y el cotejo a otros escenarios de empleo del cable debe ser considerado como una fuente secundaria de la información y no de carácter extrapolable.

**Unidad de estudio.** Estuvo conformada por la finca cafetera, donde se entrevistó al tomador de decisiones del predio y a un

**Tabla 1.** Número de fincas con cable aéreo (población) y muestra por departamento.

Departamento	Población inicial	Muestra
Antioquia	14	14
Caldas	150	18
Huila	8	8
Risaralda	94	21
Santander	5	5
Tolima	2	2
Valle del Cauca	7	4
<b>Total</b>	<b>280</b>	<b>72</b>

recolector que hubiese empleado el sistema de cable aéreo para transportar frutos de café cosechado, lo cual permitió reunir la información técnica de las fincas cafeteras, así como información socioeconómica de los productores y recolectores.

**Recolección de la información.** La información se tomó desde el año 2019 hasta el año 2021, por el personal del Servicio de Extensión de los Comités de Cafeteros incluidos en este estudio, previa capacitación a los encuestadores, y por parte del equipo líder de la investigación.

**Variables de la investigación.** Con los resultados de un cuestionario estructurado previamente testeado y ajustado, se construyó una base de datos con las variables que consideraron los diversos aspectos que permitieron describir factores técnicos, sociales y económicos concernientes al objetivo del estudio.

**Descripción del caficultor.** Se determinó la edad, tipología de productor y se indagó sobre los motivos o factores por los cuales adoptó la tecnología de cable aéreo, las eventuales limitaciones o desventajas por la instalación y operación del sistema.

**Descripción del recolector.** Se definió la edad, la experiencia en recolección y si era caficultor, las cantidades de café transportado por cada viaje, la influencia de la presencia del cable en la decisión de recolectar café en el predio.

**Descripción finca.** Para este estudio, el tamaño total del área en café la finca se clasificó en pequeña propiedad (menos de 5 ha), mediana (5 a 10 ha) y grande (mayor de 10 ha), la productividad y el grado de especialización del predio en producción cafetera, siendo especializada aquella con más del 80% del terreno en café.

**Descripción tecnológica.** Sobre este factor versó la mayoría del estudio, lo cual permitió describir las longitudes de cable empleadas, la potencia de motor, el área cafetera con cobertura del cable, la proporción de uso del cable en acarreo de frutos de café, los kilogramos de frutos de café movilizados, la capacidad de la plataforma en kilogramos de frutos de café y el número de puntos de cargue en el trayecto del cable; se adoptó una clasificación intraresultados de la tecnología en tres rangos: datos hasta el percentil 25, entre el rango intercuartílico y los posteriores al percentil 75 de la característica observada.

**Descripción de costos y tiempos.** Se determinó el monto de la inversión, los costos y gastos de mantenimiento y reparaciones, y con ello una función de costos logarítmica que puede ser utilizada a futuro para maximizaciones económicas y el tiempo empleado antes de la instalación del cable en el transporte de frutos de café al punto de acopio y el tiempo actual.

**Descripción general en cuanto a seguridad y diseño.** En cada finca se determinaron las condiciones de mantenimiento y operatividad del cable.

Con los anteriores aspectos descriptivos se plantearon conclusiones del estado de arte del empleo del cable en Colombia y en los aspectos que son susceptibles de mejora desde el diseño mismo del sistema, para aquellos interesados en este medio de acarreo y en la operación del mismo para aquellos que ya lo han instalado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Descripción del caficultor

Sobre los motivos principales para instalar el cable aéreo en sus predios, los más frecuentes mencionados fueron: reducción del costo y

tiempo de transporte de frutos de café, el enganche y retención de recolectores, y en un tercer lugar, varios motivos entre los que se destacan aumento en la productividad de la mano de obra, seguridad y salud en el trabajo, valorización del predio, posibilidad de ampliación del área en café a lotes retirados o escarpados, optimización de la administración de cosecha, traslado de productos (plátano, leña), insumos (fertilizantes, agua para aspersión, pulpa), equipos y herramientas desde y hacia los lotes, superar obstáculos naturales como ríos o áreas protegidas y evitar la pérdida de terreno cultivable por construcción de carreteras. Es de anotar que, los beneficios se agruparon en un motivo principal para efectos ilustrativos, pero existió un principio de redundancia en las motivaciones no excluyentes que los caficultores expresaron. En cuanto a los limitantes se mencionaron el monto de la inversión, los gastos de mantenimiento, y otras varias relacionadas especialmente con la capacitación de operarios y cortes de

energía que inmovilizan el sistema cuando el motor empleado es eléctrico, que de manera cuantificada se presentan en la Tabla 2.

Para fincas donde se emplea tracción animal es necesario tener en cuenta lo expuesto por Cubillos et al. (2023), pues la ley 1774 de 2006 restringe su uso a corto plazo y para estas fincas podría ser beneficioso la implementación de cables aéreos. Como ventaja adicional Colciencias et al. (2016), mencionan que los cables aéreos incrementan “la resiliencia de las comunidades frente a los efectos de fuertes precipitaciones y la erosión”.

En cuanto a la edad de los caficultores que adoptan esta tecnología el promedio fue de 52,9 años y 55 años como mediana. Frente a rangos etarios de los caficultores propietarios se puede señalar que, en los pequeños, medianos y grandes productores de café se presenta una población de 30,0%, 25,0% y 30,8% respectivamente, mayor de 62

**Tabla 2.** Proporción de encuestados por beneficio y limitantes en el uso de cable aéreo.

Ítem	Beneficios	Limitantes. Encuestados (%)		
	Encuestados (%)	Costo inversión y mantenimiento	Otras	No las hay
Reducción de costos y aumento rendimiento recolección	40,3	13,9	16,7	9,7
Enganche, empleabilidad y retención de recolectores	41,7	12,5	19,4	9,7
Transporte de cultivos, equipos e insumos, valorización, otros	18,1	5,6	4,2	8,3
<b>General (%)</b>	<b>100</b>	<b>31,9</b>	<b>40,3</b>	<b>27,8</b>

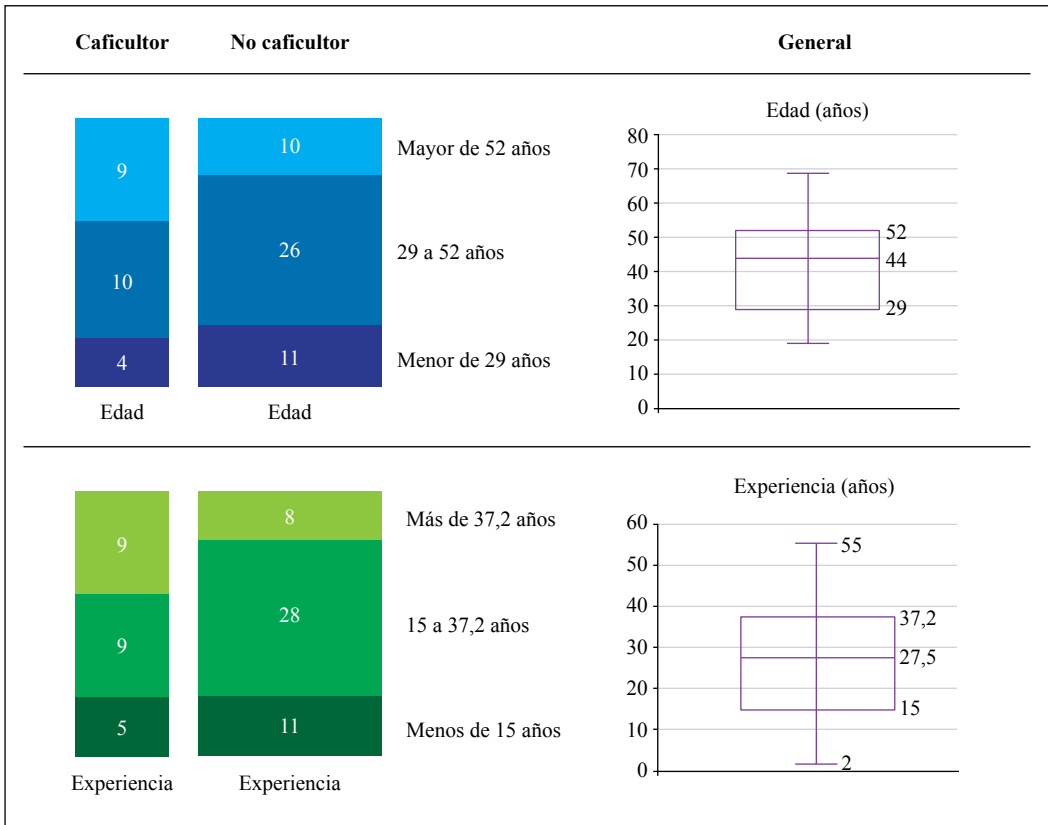
años; siendo especialmente importante esta facilidad de carga para caficultores de edad avanzada que, en fincas pequeñas, e incluso medianas, recolectan en buena medida el café con su propia mano de obra.

### Descripción del recolector

El 75% de los recolectores encuestados afirmó que la presencia del cable aéreo era el motivo primordial en la decisión de recolectar café en el predio respectivo, siendo el incremento en la eficiencia de la labor, el menor esfuerzo físico, la empleabilidad (personas mayores o de género femenino) y la menor accidentalidad

(por caídas con cargas a nivel), las motivaciones que los inducían a recolectar en estas fincas; dada la alta proporción de recolectores que a la vez son caficultores en la geografía colombiana se determinó la edad y experticia en la labor para recolectores caficultores y recolectores operarios, con los datos registrados en la Figura 1.

En general, se observa que hay una tendencia en la cual los caficultores que recolectan café tienen mayores edades y experiencia frente a recolectores no propietarios, cuando se agrupan a partir del rango intercuartílico de los datos registrados.



**Figura 1.** Condición etaria y de experiencia de operarios agrupados como recolector caficultor y recolector u operario no caficultor.

## Descripción de la tecnología

En regiones cafeteras existe diversidad en los dispositivos instalados, especialmente en cuanto al sistema de giro: los de tipo continuo (el cable de arrastre gira permanentemente o bicable, es decir, con un cable portante y un cable tractor) y el tipo *winch* (se enrolla sobre un tambor o monocables) como se ilustra en la Figura 2. No se encontraron en fincas cafeteras sistemas de tricable (con dos cables portantes y uno tractor) como los menciona Agrosavia en cultivos de caña panelera (Cubillos et al., 2023).

En relación con el sistema de frenado priman los mecánicos y, más recientemente, se están instalando los de freno electro asistido, lo cual facilita la administración del dispositivo de forma sistematizada y más segura (Figura 3).

Sobre los puntos de cargue en los lotes también hay variedad en cuanto al acopio del café, desde plataformas sencillas de paso hasta tolvas de recibo y pesaje en los mismos lotes. El tipo de plataforma puede ser de canastilla o de tarima, las primeras facilitan la descarga

en la tolva final de recibo, mientras que las segundas son más comunes en fincas donde se acarrean otros productos agrícolas, como el plátano (Figura 4).

Otros factores que son distintivos en los predios son el número de líneas o tendidos de cable, el sistema motorizado, que puede ser por combustión o eléctrico, el diseño de puntos de cargue, que puede ser de un solo punto o múltiples puntos de carga, todo enmarcado en la construcción desde cables artesanales, con falencias en el manejo de estos, hasta sistemas con altos estándares de seguridad y eficiencia.

La tecnología empleada, al someterla al análisis univariado, agrupando de acuerdo al tamaño de la finca y límites en los percentiles 25 y 75, señala como tendencias que a mayor tamaño de la propiedad es más extensa la longitud del cable aéreo, el volumen de la plataforma empleada y prima el empleo de potencias de motor mayores de 4 CV; en fincas pequeñas se observa una mayor proporción de área cafetera cubierta con el cable y en fincas medianas se presenta un mayor número de



**Figura 2.** Sistema de arrastre del cable aéreo. a. Tipo continuo o bicable; b. Tipo cabrestante o *winch*.



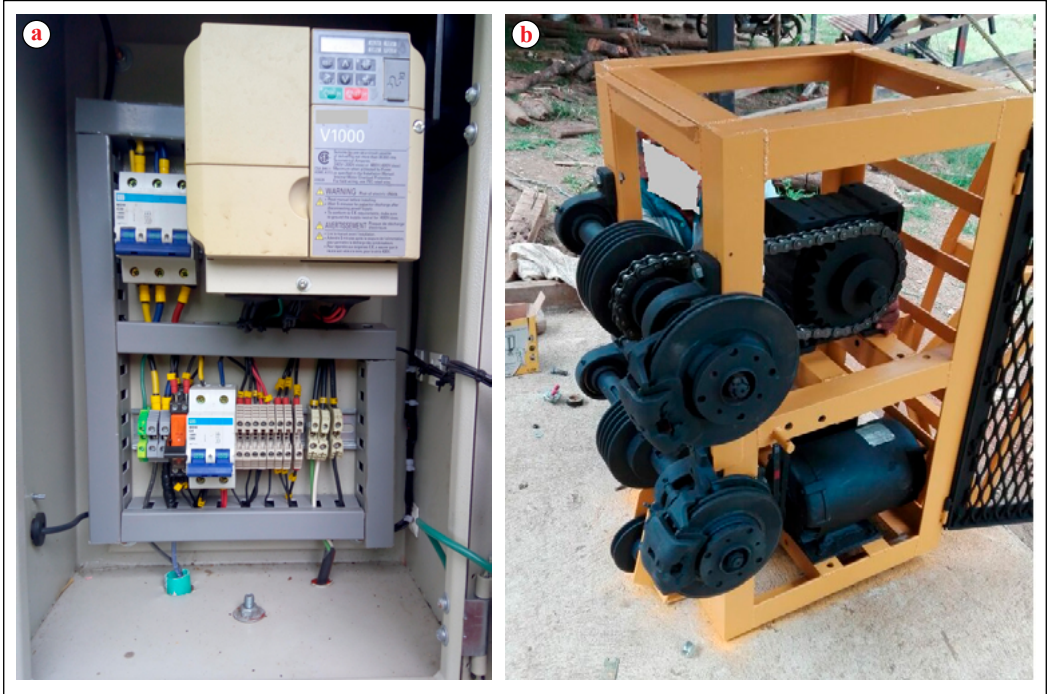


Figura 3. Sistema de frenado. a. Electro asistido; b. Mecánico.



Figura 4. Tipo de plataforma de carga. a. Tipo tarima o plataforma; b. Tipo canasta.

puntos de cargue, tal y como se presenta en las gráficas de Marimekko (Figura 5), puede deducirse en una primera aproximación que la mayor cantidad de café movilizado en fincas grandes se sustenta en promedios en la longitud de 664 m y capacidad de la plataforma del cable aéreo de 270 kg.

La capacidad del sistema medida en el estudio permitió determinar que puede transportarse desde 0,5 hasta 22,0 t día<sup>-1</sup> de producto, de acuerdo principalmente con la capacidad de la plataforma, fuerza motriz, el diseño de cobertura del terreno del cable, la longitud del sistema y la velocidad de operación del mismo, este valor puede referenciarse con lo investigado por Agrosavia (Cubillos et al., 2023) en tricables con capacidad entre 250 kg y 400 kg de caña en plataforma y que presentan una capacidad de carga total promedio de 10 t día<sup>-1</sup>.

En cuanto a la instalación se observa que la diversidad de escenarios exige que para cada predio se elabore una estrategia o diseño adecuado para el debido cubrimiento de área, de una manera técnica, económica y sustentable, como también lo plantea Forero & Sánchez (2016).

### **Descripción de las fincas**

En cuanto a las fincas donde se encuentra la tecnología se presenta un análisis descriptivo, el cual señala que existe la adopción de estos sistemas en diferentes condiciones de tamaño de área en café, en general, la cobertura general media del cultivo con transporte con cable es de 69,7% (C.V. 3,8%); con una media por tamaño de finca de 75,4% (C.V. 4,7%), 64,4% (C.V. 6,7%) y 60,5 % (C.V. 11,5%) en pequeñas, medianas y grandes respectivamente, cuyas características se describen en la Tabla 3.

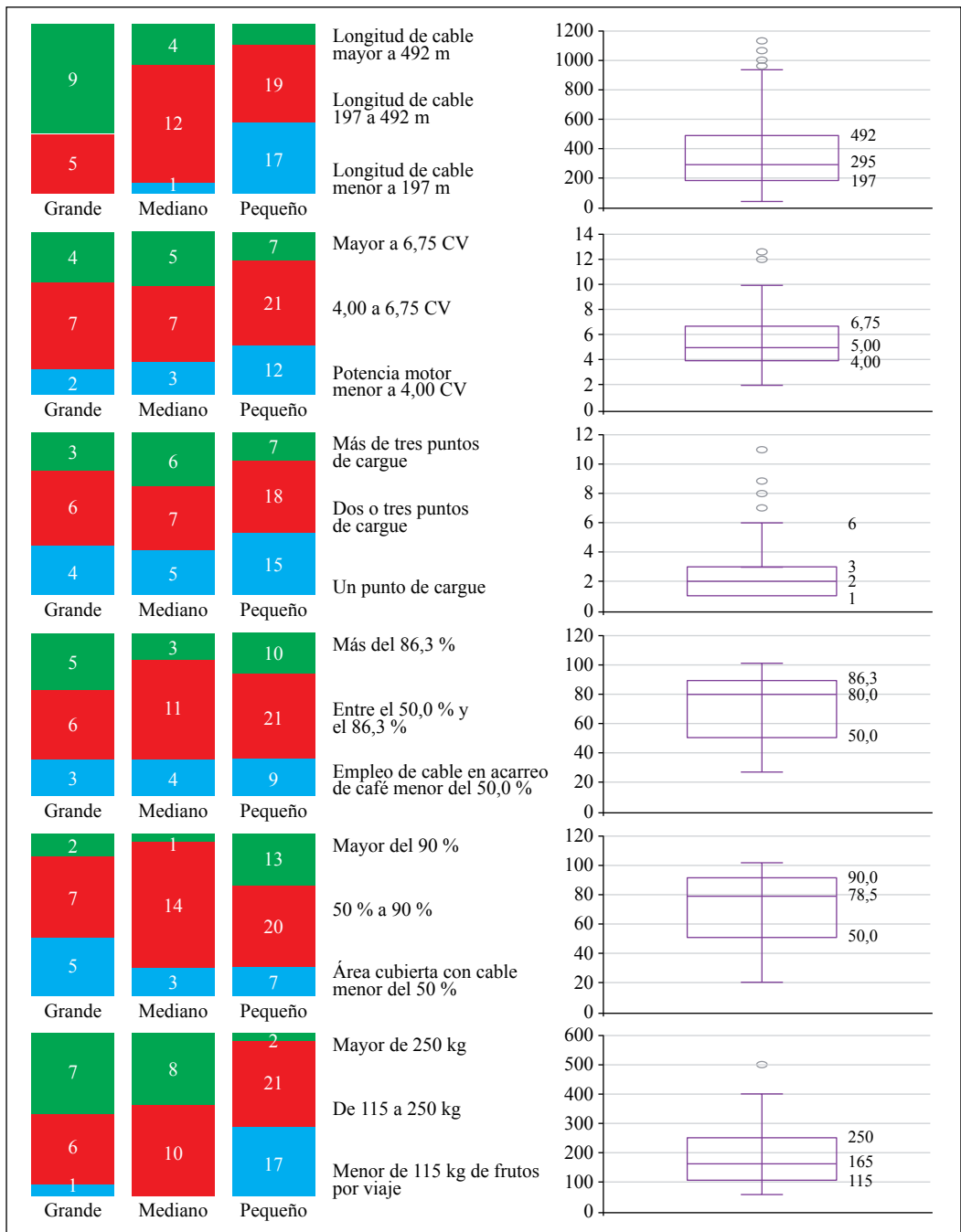
En las fincas en menor tamaño, la cantidad de fincas con especialización en café es menor (porcentaje de área dedicada al café mayor del 80%), lo anterior puede indicar que en fincas pequeñas el caficultor tiende a emplear el cable en el movimiento de otros cultivos como plátano, aguacate, entre otros, siendo el cultivo de café la principal fuente de ingresos.

### **Descripción de costos y tiempos**

El precio pagado en fletes de frutos de café dentro del predio por parte del caficultor, es asumido de forma explícita como un sobre costo a cancelar al operario recolector por cantidad de kilogramos cosechados (costo implícito) o por el tiempo pagado cuando la recolección es al día o al jornal (costo explícito), y ocasionalmente, e incluso puede presentar una tarifa adicional que el recolector incluye en el costo de recolección al destajo, dada la dificultad de la tarea en algunos lotes de la finca. En este sentido, el valor pagado por flete de frutos de café dentro de las fincas visitadas fluctúa entre 30 y 150 COP\$/kg de frutos de café (unos \$1.800 a \$9.000 pesos por arroba de café pergamino seco - c.p.s.).

Dado entonces que, tanto la dificultad como el tiempo eran factores determinantes del costo final pactado, se determinó para estas fincas el tiempo demandado para el transporte de frutos de café anterior y posterior a la instalación del cable aéreo. Para el análisis anterior se confrontaron los datos de tiempos, que de manera independiente expresaron tanto los caficultores como los recolectores, a fin de disminuir el posible sesgo en alguno de los dos actores económicos presentes.

A partir de la Tabla 4 puede concluirse que el tiempo esperado en fincas con cable es del orden de 15 min (d.e. 4,9) y en fincas sin cable de 57,6 min (d.e. 17,5).



**Figura 5.** Tecnología empleada. Longitudes de cable, potencia del motor, puntos de cargue en el trayecto, proporción de empleo del cable en acarreo de café, área cafetera cubierta con cable y capacidad de la plataforma de carga agrupadas por tipo de predio.

**Tabla 3.** Características de las fincas cafeteras con cables aéreos.

Tipo de predio	Área en café (ha)			Productividad por hectárea (kg ha <sup>-1</sup> de cc)			Predio especializado en café*
	Media	Mínimo	Máximo	Media	Mínimo	Máximo	Proporción
<b>Grande</b>	20,1	11	59,6	9.243	4.443	17.489	57,1%
<b>Mediano</b>	7,1	5,5	9,2	8.898	4.443	18.553	50,0%
<b>Pequeño</b>	2,9	0,9	5,0	8.166	4.221	19.326	40,0%
<b>General</b>	<b>7,3</b>	<b>0,9</b>	<b>59,6</b>	<b>8.548</b>	<b>4.221</b>	<b>19.326</b>	<b>45,8%</b>

\* Finca con más del 80% del área dedicada al cultivo de café. cc: Café cereza.

**Tabla 4.** Tiempos demandados en el transporte de frutos de café (min) sin cable aéreo y con cable aéreo por jornada.

	Tipo de caficultor	Mínimo	Promedio	Máximo	Tiempo esperado*	Desviación estándar
<b>Sin cable</b>	Pequeño	15,0	51,9	115,0	56,3	16,7
	Mediano	20,0	53,4	120,0	59,0	16,7
	Grande	22,0	53,5	100,0	56,0	13,0
	<b>General</b>	<b>15,0</b>	<b>52,6</b>	<b>120,0</b>	<b>57,6</b>	<b>17,5</b>
<b>Con Cable</b>	Pequeño	4,3	12,6	28,0	13,8	3,9
	Mediano	5,7	14,2	33,7	16,0	4,7
	Grande	7,3	13,0	23,0	13,7	2,6
	<b>General</b>	<b>4,3</b>	<b>13,1</b>	<b>33,7</b>	<b>15,0</b>	<b>4,9</b>

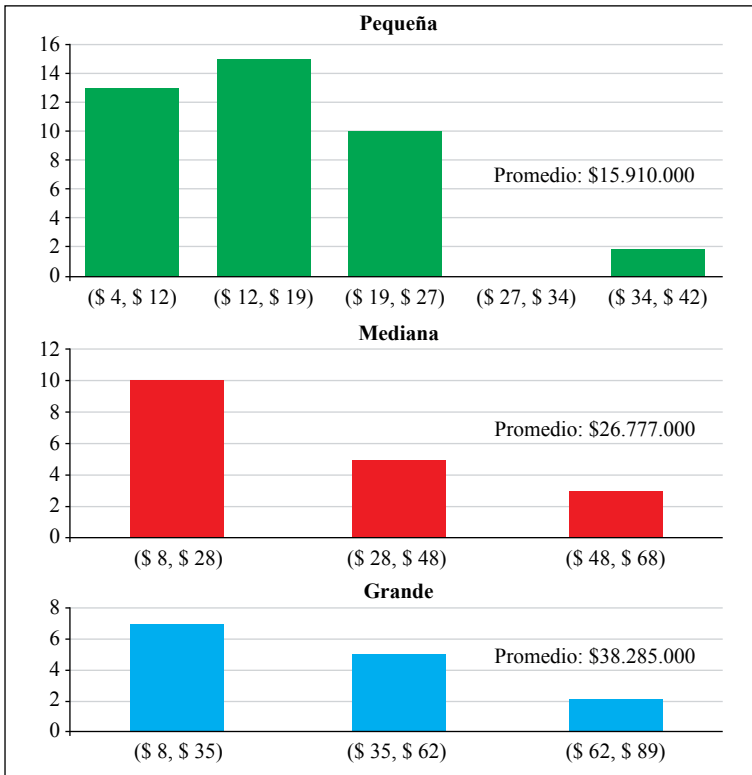
\* Tiempo esperado usando una distribución de probabilidad beta.

## Limitantes

El 14% de los caficultores declararon como principal limitante para adoptar los dispositivos, la inversión inicial y el costo de mantenimiento (Tabla 2). En la Figura 6 se presenta el monto de inversión realizado en los predios, de acuerdo al tamaño de los mismos, cuyos promedios ascendieron a 15,9; 27,3 y 38,2 millones de pesos para movilizar café en fincas pequeñas, medianas y grandes, esto implica que el valor de la instalación es acorde al tamaño del predio, lo cual explica el por qué este tipo de montaje se observa indistinto del tamaño de la finca cafetera. Como reseña

plantea Agrosavia (Cubillos et al., 2023) que en caña panelera, para implementar un sistema de transporte el costo es de \$ 100.000 COP por metro lineal de cable.

Para superar esta limitante del costo de instalación en Colombia, una alternativa de manera individual es recurrir a financiamiento por las Líneas Especiales de Crédito para inversión (LEC), con tasas de interés preferenciales de Finagro (Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario [Finagro], 2023) o acceder a recursos de la Agencia de Desarrollo Rural por medio de Proyectos Integrales de Desarrollo



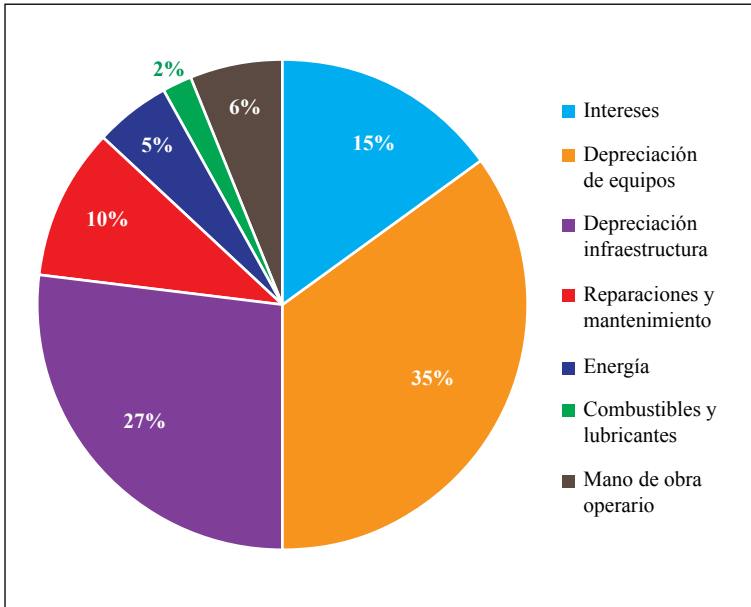
**Figura 6.** Histograma de frecuencias del costo de la instalación (en millones COP) del cable aéreo agrupados por tamaño de finca.

Agropecuario (Pidar) para comunidades (Agencia de Desarrollo Rural [ADR], 2019).

En cuanto al costo logístico incurrido por transporte interno de productos vegetales cosechados puede citarse el caso de la caña, donde el “alce y transporte desde los lotes de cultivo hacia el trapiche representa en promedio el 20% de los costos de producción” (Forero & Sánchez, 2016); en el caso de café este estudio determinó que los tiempos son tan bajos, de 10 a 15 minutos, o tan altos como una hora por jornada diaria, este caso es una de las razones primordiales por las cuales los caficultores emplean cables (Tabla 4).

En cuanto al costo por utilizar el cable, este puede desglosarse en intereses, depreciación de equipos, depreciación de infraestructura,

reparaciones y mantenimiento, seguros, energía, combustibles y la mano de obra de operación del cable, que permitieron tasar su aporte en el costo unitario variable final por kilogramo transportado (Figura 7). En conjunto, el costo directo (energía, combustibles y mano de obra) es bajo, en comparación al indirecto (depreciación, mantenimiento) y los gastos (intereses), de allí que la adecuada planeación técnica y financiera del sistema de cable juegue un rol preponderante en el costo por kilogramo movilizado. Es importante entonces el apoyo de instituciones del agro para el diseño de cables aéreos, especialmente con pequeños productores, tal como lo efectúa Fedepanela, la cual ayuda a verificar las condiciones topográficas, el posible trazado y otros parámetros para evaluar la factibilidad del cable aéreo (Cubillos et al., 2023).



**Figura 7.** Proporción de costos variables unitarios en el empleo del cable aéreo.

Dado que el aporte en la función de costos de la mano de obra era negativo, no fue útil en términos económicos que operan sobre valores positivos (Gujarati & Porter, 2010); aplicando una regresión por pasos, se llegó a la Ecuación <1>.

$$\text{Ln CCC} = 0,049 \text{ Ln CAI} + 0,0425 \text{ Ln DAE} + 1,003 \text{ Ln DAI. } r^2:0,97 \quad <1>$$

Donde:

CCC: costo por carga de café pergamino seco movilizada por cable aéreo

CAI: costo anual intereses

DAE: depreciación anual equipos

DAI: depreciación anual infraestructura

Los caficultores incurrieron en costos de \$37.625 (C.V. 61%) por cada carga (125 kg) de café pergamino seco movilizado por el cable aéreo, anotando una vez más que, este valor calculado se circunscribe a la muestra estudiada y no debe ser extrapolado a otras condiciones.

### Descripción general en cuanto a seguridad y diseño

En el estudio se encontró que hay escasa cobertura de riesgo por medio de seguros de daños en los equipos o responsabilidad civil contractual y extracontractual; de igual modo, las reparaciones y mantenimiento no son las adecuadas en algunas fincas, y del allí, el bajo costo incurrido frente a un escenario de mantenimiento apropiado que debería ser del orden del 5% anual del valor de la inversión, además cerca del 30% de los caficultores manifiestan que no realizan ningún mantenimiento al cable, especialmente en las fincas pequeñas (Tabla 5).

El empleo ideal del sistema de cable pasa por la revisión programada y el adecuado mantenimiento de los equipos, desde el rutinario (limpieza, engrase, despeje visual del paso del cable), hasta el técnico (calibrado de velocidad, reposiciones por desgaste de frenos y cables), capacitación de operarios

**Tabla 5.** Proporción de caficultores que realizan mantenimiento al cable aéreo.

Tipo caficultor	Realizan mantenimiento		Encuestados (%)
	Si (%)	No (%)	
Grande	16,66	2,78	19,44
Mediano	18,06	5,56	23,62
Pequeño	34,72	22,22	56,94
<b>General</b>	<b>69,44</b>	<b>30,56</b>	<b>100,0</b>

(sobre el reglamento y operación segura) y protección de los mismos (guantes, casco, gafas), además de las señalizaciones (avisos) y protecciones de riesgo (protectores de cables eléctricos, carcasas de equipos), los cuales determinan de forma preventiva un menor costo de operación, que realizar reposiciones cuando los equipos fallan, esto a su vez, conlleva a que un alto porcentaje de caficultores corren un riesgo en la operación del mismo, máxime cuando no asumen un mecanismo subsidiario del riesgo (seguros o pólizas) y cualquier eventualidad con los operarios se cruza directamente contra el patrimonio del caficultor.

En este estudio puede considerarse que la instalación de estos sistemas trae como principal ventaja el hecho de reducir costos en el transporte de frutos de café, en aquellas fincas donde el tiempo dedicado a esta actividad toma una parte importante de la jornada del recolector, mejorando además el enganche y retención de operarios, dada la disminución de esfuerzos por transporte de carga, esto al tenor de lo expuesto por el Departamento Administrativo de Ciencia y Tecnología [Colciencias] et al. (2016) que expone que el indicador de productividad agrícola en Colombia ha sido impulsado más

por el cambio técnico que por la eficiencia de producción expresada en rendimiento por hectárea.

Se concluye que las fincas grandes emplean cable de mayor longitud y plataformas de mayor tamaño, que probablemente responden a las mayores cantidades de café movilizado, y es en estas donde se aprecia una mayor proporción de fincas que hacen mantenimiento del sistema frente a fincas pequeñas, lo cual determina no solo la durabilidad de los equipos sino la seguridad de su operación.

A futuro, se requiere mejorar la funcionalidad de estos dispositivos por los interesados en cuanto a un diseño óptimo de cobertura del área de la finca, puesto que la inversión inicial, vía depreciación, influye en el 60% de los costos variables, por lo cual desde el mismo diseño del cable se determina el éxito económico de la tecnología.

Para los caficultores que ya poseen al sistema de cable debe analizarse la eficiencia en operación, la incorporación de principios de empleo seguro y eficiente, y determinar la relación de beneficio y costo de la operación al interior de cada finca y en cómo aprovechar en mayor medida

los beneficios del cable aéreo, dada la alta predilección de los recolectores por cosechar en fincas con estos dispositivos.

## AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su agradecimiento a los caficultores que participaron en la encuesta y al Servicio de Extensión de los Comités Departamentales del Valle, Antioquia, Huila, Tolima, Caldas, Santander y Risaralda, al igual que al Dr. Juan Rodrigo Sanz y la Dra. Esther Cecilia Montoya por su amable

asesoría. Esta investigación fue financiada por el Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé), Crossref Funder ID 100019597, proyecto número ECO103004.

## CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Conceptualización, Análisis formal, Curación de datos, Investigación, Validación, Redacción - borrador original, Redacción - revisión y edición: JCG. El autor ha leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

## LITERATURA CITADA

- Agencia de Desarrollo Rural [ADR]. (2019). *Reglamento para proyectos integrales de desarrollo agropecuario y rural con enfoque territorial*. <https://www.adr.gov.co/wp-content/uploads/2021/07/Manual-PIDAR-2019-V1-06.06.2019.pdf>
- ARL Sura. (s/f). *Manejo manual de cargas*. Recuperado el 8 de mayo de 2024, de [https://www.arlsura.com/index2.php?option=com\\_content&task=view&id=785&Itemid=346&pop=1&page=0](https://www.arlsura.com/index2.php?option=com_content&task=view&id=785&Itemid=346&pop=1&page=0)
- Barreira, T. V., Rowe, D. A., & Kang, M. (2010). Parameters of Walking and Jogging in Healthy Young Adults. *International Journal of Exercise Science*, 3(1), 4-13.
- Cubillos, 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>
- Ministerio de Transporte. (2004). *Decreto No.1072 de 2004. Por el cual se reglamenta el Servicio Público de Transporte por Cable de Pasajeros y Carga*. <https://www.ani.gov.co/normatividad-inco/decreto-no1072-de-2004-457>
- Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, & Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2016). *PECTIA :Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del sector Agropecuario colombiano (2017-2027)*. [Corporación colombiana de investigación agropecuaria-AGROSAVIA. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/12759>
- Duque, H., & Dussan, C. (2005). *Productividad de la mano de obra en la cosecha de café en cuatro municipios de la región cafetera central de Caldas*. *Revista Cenicafé*, 55(3), 246-258. <http://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/256>
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2017). La recolección de café en Colombia: Una caracterización del mercado laboral. *Revista Ensayos Sobre Economía Cafetera*, 32(1), 35-65. <https://doi.org/10.38141/10788/032-1-4>
- Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario [Finagro]. (s/f). *Lineas Especiales de Crédito—LEC FINAGRO*. Recuperado el 9 de mayo de 2024, de <https://www.finagro.com.co/lineas-especiales-credito-lec-finagro>
- Martínez, R. A., Montoya-Restrepo, E. C., Vélez-Zape, J. C., & Oliveros-Tascón, C. E. (2005). Estudio de tiempos y movimientos de la recolección manual del café en condiciones de alta pendiente. *Revista Cenicafé*, 56(1), 50-66. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/115>
- Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (1979). *Resolución 2400 de 1979. Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo*. <https://www.bogotajuridica.gov.co/sisjur/normas/Normal.jsp?i=53565>



- Oliveros, C. E., & Sanz, J. R. (2011). Ingeniería y café en Colombia. *Revista de Ingeniería*, 33(1), 99–114. <https://doi.org/10.16924/revinge.33.10>
- Parra, H., Álvarez, 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>
- Patiño, F., Gómez, A., & Álvarez, F. (1994). Diseño y construcción de un transportador mecánico de café cereza por cable aéreo. *Revista facultad nacional de agronomía Medellín*, 47(1- 2), 73–88. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/28551>
- Salazar, K., Arroyave, A., Ovalle, A. M., Ocampo, O. L., Ramírez, C. A., & Oliveros, C. E. (2016). Tiempos en la recolección manual tradicional de café. *Ingeniería Industrial*, 37(2), 114-126. <https://www.redalyc.org/pdf/3604/360446197002.pdf>
- Forero C, C. A., & Sánchez J, R. J. (2016). *Modelo productivo manejo agronómico de la caña de azúcar y producción agroindustrial de panela en la hoyo de río Suárez*. Corporación colombiana de investigación agropecuaria–AGROSAVIA. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13747>
- Sanz, J. R., Oliveros, C. E., Ramírez-Gómez, C. A., & Londoño-González, M. T. (2011). Sistema de malacate y vagón para transporte de café en cereza en condiciones de alta pendiente. *Revista Cenicafé*, 62(2), 100–110. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/468>
- Sanz, J. R., Oliveros, C. E., Ramírez, C., Peñuela, A., & Ramos, P. (2013). *Proceso de beneficio*. En *Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (Ed.), Manual del Cafetero Colombiano, Investigación y Tecnología para la Sostenibilidad de la Caficultura*. (Vol. 3). Cenicafé.
- Snedecor, G. W., & Cochran, W. G. (1996). *Statistical methods* (8a ed.). Iowa State Univ. Press.
- Vélez Zape, J. C., Montoya, E. C., & Oliveros Tascón, C. E. (1999). Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento de la cosecha manual del café. *Boletín Técnico Cenicafé*, 21, 1–97. <https://doi.org/10.38141/10781/021>