

Cosecha del café

Carlos Eugenio Oliveros Tascón; César Augusto Ramírez Gómez;
Juan Rodrigo Sanz Uribe

En Colombia el clima es determinante en la distribución de la cosecha del café: El período seco pronunciado de principios del año, característico de la zona norte, da origen a una sola cosecha entre octubre y diciembre; las regiones con dos períodos al año de menor lluvia (Zona central del país) producen dos cosechas, la principal de octubre a diciembre y una secundaria de abril a junio, y en la zona sur el período seco a mitad de año, produce una cosecha entre abril y junio (Gómez y Caballero, 1991). Debido a esto, la recolección del café se realiza durante todo el año.

De igual manera, es importante considerar la importancia de la calidad en esta labor para la conservación de la calidad del café mediante la recolección de frutos maduros. Debido a la posibilidad de incrementos notorios en el mediano y largo plazo y la escasez de mano de obra en el futuro, en Cenicafé se adelantan investigaciones desde 1998 para generar metodologías y tecnologías adecuadas para la recolección de café en las condiciones colombianas. También se evalúan equipos utilizados en otros países para la cosecha de café y de otros frutales. La desuniformidad de la maduración del café en Colombia, es el factor que más limita el empleo de tecnologías como las cosechadoras portátiles que en Brasil han permitido incrementar el rendimiento en cosecha en más del 300%, y reducir los costos unitarios hasta en 27%, en cafetales de alta densidad (>5.000 árboles/ha) y en terrenos de pendiente moderada a fuerte (20% – 50%) (Rodríguez y Ferraz, 2011).



Cómo Citar:

Oliveros Tascón, C. E., Ramírez, C. A., & Sanz-Uribe, J. R. (2013). Cosecha del café. En Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, *Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura* (Vol. 2, pp. 320–348). Cenicafé. https://doi.org/10.38141/cenbook-0026_27

Conceptos Generales

El café se recolecta en Colombia en forma manual, en múltiples pases, que van de menos de cinco en algunas regiones de la Sierra Nevada a más de 12 en la región Central, utilizando un canasto o recipiente plástico sujetado a la cintura del operario (Figura 1).

En cada pase varían tanto la masa de café maduro a recolectar por árbol, denominada carga, como la concentración de los frutos maduros. En la región central, la carga en un pase puede variar desde menos de 100 g de frutos maduros por árbol a 500 - 700 g/árbol, en los días de mayor flujo de la cosecha, denominados picos de cosecha. El personal requerido para la recolección de café en cada pase, se busca generalmente teniendo en cuenta la experiencia adquirida en la finca en años anteriores.



Figura 1.

Recipiente plástico utilizado en la recolección manual de café en Colombia.

El costo a pagar por la recolección depende de varios factores, entre ellos la oferta de frutos maduros, la edad del cafetal, la cercanía de la finca a la cabecera municipal, el trato en la finca (Alimentación, alojamiento, entre otros) y la disponibilidad de la mano de obra. El valor pagado en la recolección influye notoriamente en los costos de producción de café. En la Figura 2 se presenta la distribución de los costos de producción a julio de 2012, con variedades resistentes sembradas a libre exposición. Se observa que la cosecha y el beneficio representan el 60% de los costos totales, y solo la cosecha alcanza el 50%.

La calidad física y sensorial del café depende de la presencia en alto porcentaje de frutos maduros y sanos, en la masa recolectada. Como se observa en la Figura 3, el mejor perfil sensorial se obtiene con frutos maduros (Marín *et al.*, 2003). Con frutos en otros estados, principalmente verdes y secos, se obtiene café de inferior calidad, con calificación en sus atributos inferior a 6.

Cosecha manual de café

Para optimizar la mano de obra empleada en procesos industriales y agrícolas, mejorar las condiciones de trabajo y adicionalmente, para obtener productos con menor costo, mejor calidad y menores pérdidas se hacen los estudios de tiempos y movimientos.

El estudio de tiempos y movimientos (T&M) es el análisis sistemático de los métodos de trabajo utilizados en una actividad productiva (Vélez *et al.*, 1999). En estos estudios se identifican actividades (Macro y micro), que realizan los operarios involucrados en procesos, el tiempo empleado en cada una de ellas y posibles ciclos que realicen. A partir de los resultados obtenidos se proponen nuevos métodos de trabajo, con el mínimo necesario

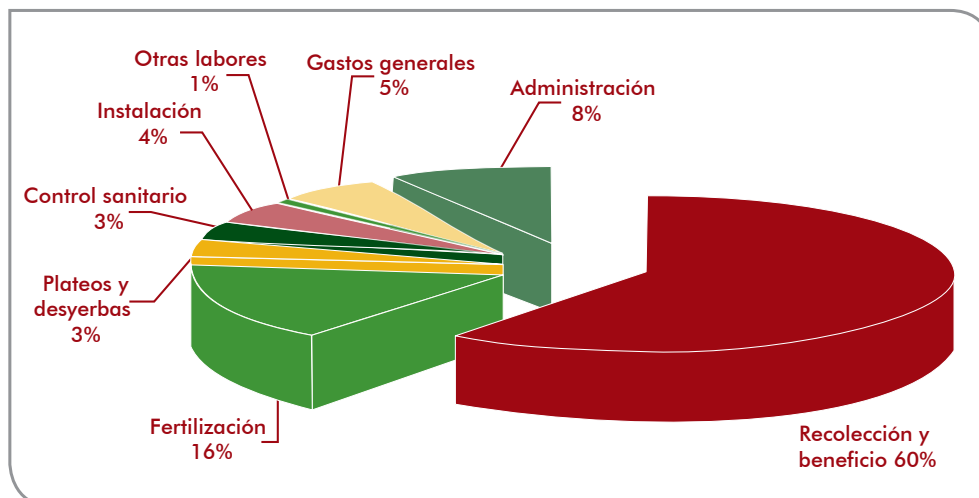


Figura 2.

Participación de actividades en los costos de producción de café (julio de 2012). Fuente FNC.

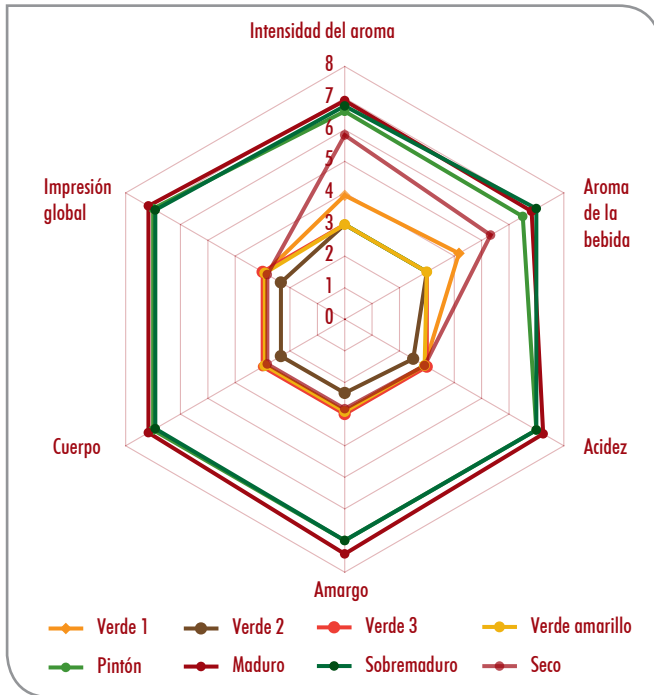


Figura 3.

Perfil sensorial del café *C. arabica* var. Colombia, proveniente de almendras sanas, de cerezas de café en diferentes estados de desarrollo y maduración (Fuente: Marín et al., 2003).

de actividades, utilizando herramientas o dispositivos. También se utilizan en procesos de capacitación.

Estudio del proceso de la recolección manual del café

En el estudio de T&M en el proceso de recolección de café se identificaron dos subprocesos, cada uno con las actividades que se presentan en la Figura 4 (Vélez et al., 1999), algunas de naturaleza evitable y otras no.

El subproceso 1 inicia con la llegada de los recolectores a la finca, luego se desplazan hasta el lote, se preparan para iniciar la labor (Se sujetan el canasto a la cintura, se cubren con plásticos para protegerse de la humedad de la mañana y de la lluvia, y reciben los costales para empaclar el café hasta el sitio de recibo), se asignan los surcos a cada uno de ellos (Lo realiza el patrón de corte), e inicia la recolección del surco asignado. El café recolectado es depositado temporalmente en el recipiente plástico que el operario lleva sujeto a su cintura, con capacidad máxima de 10 kg; luego, es descargado a un costal, que al llenarse, generalmente pesa más de 45 kg. Solamente una de las actividades es inevitable (Alistamiento del personal).

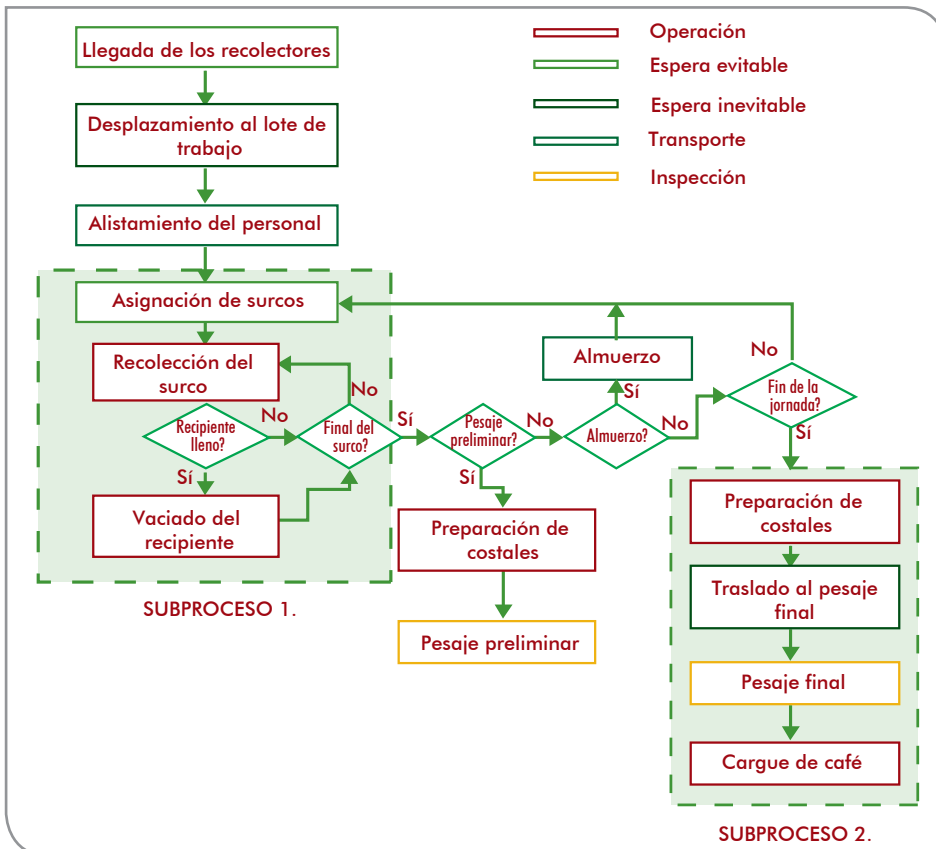


Figura 4.

Proceso de recolección manual de café en Colombia (Fuente: Vélez et al., 1999).

En el subproceso 2 se transporta el café recolectado en la jornada de trabajo hasta el sitio destinado en la finca para recibirlo, que puede estar ubicado cerca al lote, en fincas de mayor producción, o en la tolva del beneficiadero, en fincas de menor producción. El transporte del café desde el interior de los lotes hasta el sitio de acopio o la tolva de recibo del beneficiadero, generalmente lo realiza el propio recolector.

La participación porcentual de las principales actividades involucradas en la cosecha manual de café en Colombia se presenta en la Figura 5, donde se observa que los

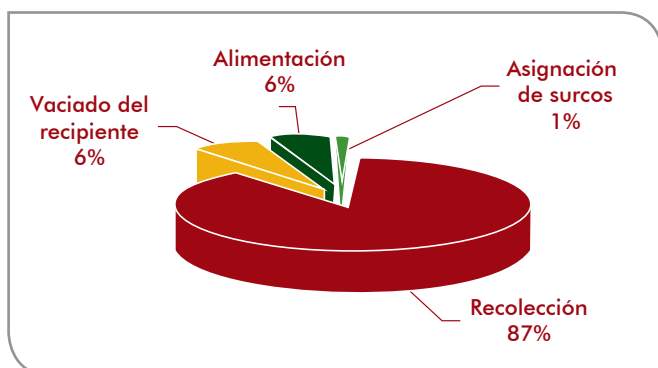


Figura 5.

Participación de actividades realizadas en la jornada de trabajo durante la recolección manual de café en Colombia (Fuente: Vélez et al., 1999).

trabajadores dedican en promedio el 87% de la jornada a recolectar café.

Movimientos y desplazamientos en la cosecha de café

Desplazamiento a través del dosel del árbol de café

Durante el desprendimiento de los frutos de café, los recolectores siguen diferentes trayectorias a través del árbol, una de ellas se presenta en la Figura 6. Para efecto de análisis el árbol se dividió en tercios o estratos de igual altura. El desplazamiento de un estrato a otro se denominó paso, siendo deseable cuando éste se realizó de un estrato a otro contiguo. Ninguno de los operarios presentó 100% de pasos deseables (Vélez et al., 1999).

Desplazamiento a través de las ramas

En las ramas del árbol también realizaron diversos recorridos, con y sin cambios de dirección, siendo los más utilizados los presentados en la Figura 7, iniciando cerca al tronco o desde el extremo de la rama.

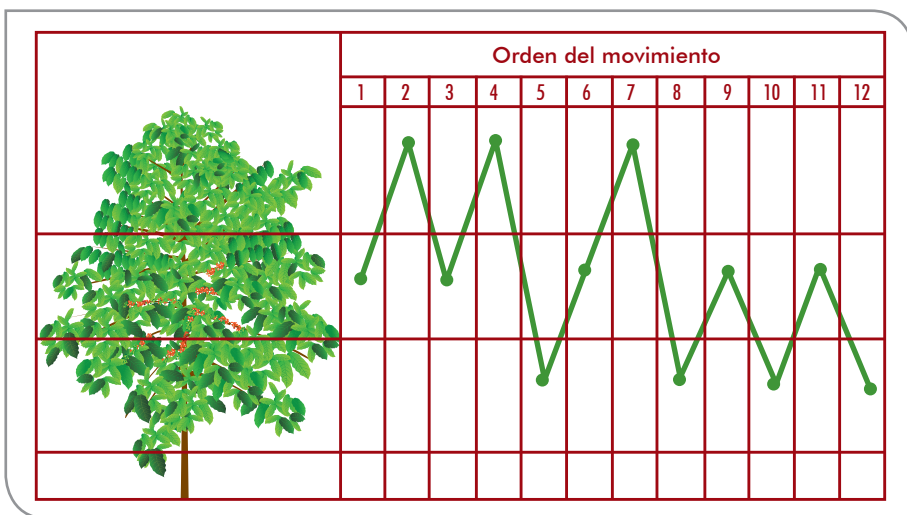


Figura 6.

Movimientos típicos realizados por los recolectores a través del dosel del árbol de café, en la cosecha manual (Vélez et al., 1999b).

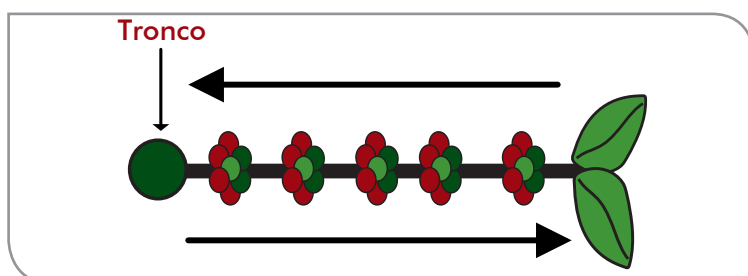


Figura 7.

Recorridos a través de la rama de café más utilizados en la cosecha manual.

Micromovimientos utilizados en el desprendimiento de frutos en cosecha manual

En los estudios de tiempos y movimientos realizado en Cenicafé por Vélez *et al.* (1999), se observó que los recolectores de café emplean con frecuencia un ciclo para desprender el café, compuesto por las siguientes microactividades (Figura 8).

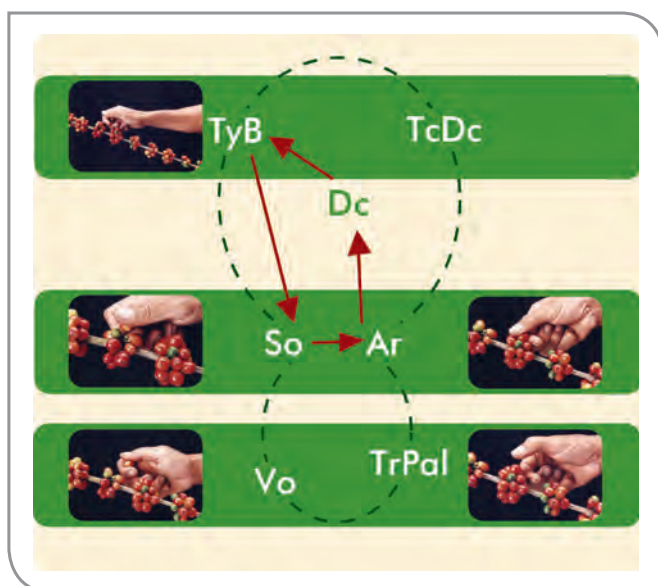


Figura 8.

Ciclo básico empleado en la recolección manual de café en Colombia (Fuente: Vélez *et al.*, 1999b).

Método mejorado de recolección manual de café

A partir de la información obtenida en el estudio de tiempos y movimientos aplicado a la cosecha manual de café se propuso un método compuesto de:

Desplazamientos a través del surco

Se recolectan los frutos con desplazamientos por las caras del árbol en un sentido, a través del surco (Figura 9).

Movimiento en el árbol

En zigzag, en forma descendente, como se observa en la Figura 10.

Movimiento a través de las ramas

Se recomienda realizar recorridos en una dirección, inicialmente con el desprendimiento de los frutos maduros más cercanos al tronco (Figura 11).

Transportar vacío y buscar (TvB)

Se desplazan las manos hasta las ramas donde están los frutos a desprender, hasta que los dedos entran en contacto con los frutos. En este movimiento se emplea el 19,05% del tiempo total utilizado en el ciclo.

Sostener (So)

Una vez los dedos están en contacto con los frutos, el dedo pulgar inicia el movimiento para desprender el fruto. Se emplea el 39,98% del tiempo total utilizado en el ciclo.

Arrancar (Ar)

Se desprenden los frutos realizando movimientos que someten las fibras en la unión del fruto con el pedúnculo, principalmente, a fuerzas de tracción y flexión. Se emplea el 8,73% del tiempo total utilizado en el ciclo.

Transportar a la palma de la mano (TrPal)

Por medio del dedo pulgar se transportan los frutos desprendidos a la palma de la mano. Se emplea el 11,65% del tiempo total utilizado en el ciclo.

Volver (Vo)

La mano regresa nuevamente a la zona de desprendimiento de frutos y entra en contacto con ésta. Se emplea el 16,93% del tiempo total utilizado en el ciclo.

Transportar con carga, dejar carga (TcDc)

Se transportan los frutos depositados en la palma de la mano hasta el recipiente utilizado por el recolector, cuando considera que es el momento adecuado. Se emplea el 11,63% del tiempo total utilizado en el ciclo.

Movimientos del cuerpo

Se proponen las siguientes posturas, dependiendo de la pendiente del terreno (Figura 12).

Movimiento de las manos

Se propone utilizar un ciclo básico de cuatro actividades, en lugar de las seis observadas en el método tradicional (Figura 13), las cuales básicamente son Transportar vacío Buscando (TvB), Sostener (So), Arrancar (Ar) y Dejar Carga (Dc). En las microactividades eliminadas (TrPal y TcDc), se emplea el 23,28% del tiempo del ciclo utilizado para desprender café en cosecha tradicional y se presenta caída de frutos al suelo. Para la aplicación del método mejorado de cosecha del café, se puede utilizar un dispositivo que permita recibir los frutos a medida que son desprendidos por los operarios (Figura 14). También pueden emplearse mallas plásticas colocadas en la calle de los árboles a cosechar (Oliveros *et al.*, 2006).

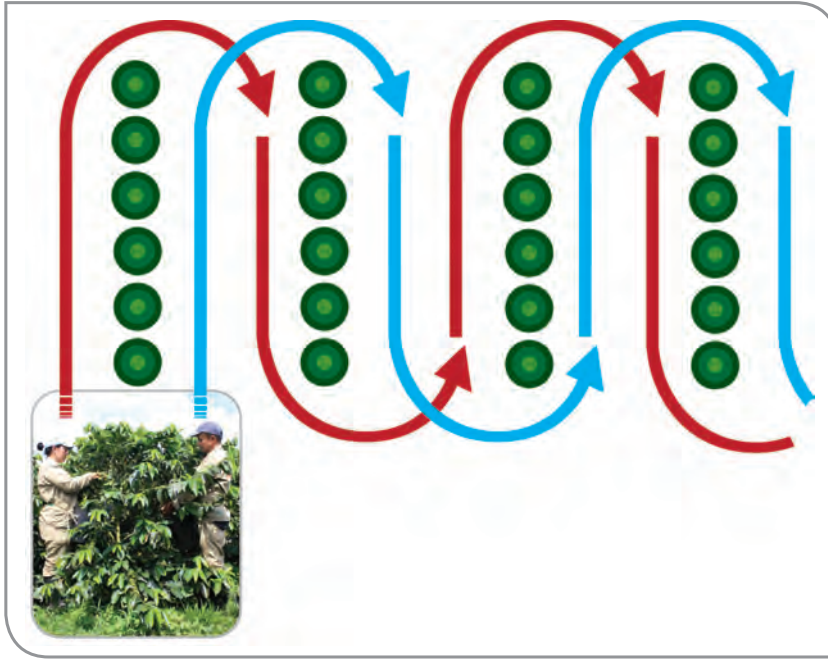


Figura 9.

Desplazamientos a través del surco, propuestos para el método mejorado (Vélez et al., 1999).



Figura 10.

Desplazamiento a través del dosel del árbol propuesto para el método mejorado de cosecha del café (Vélez et al., 1999).

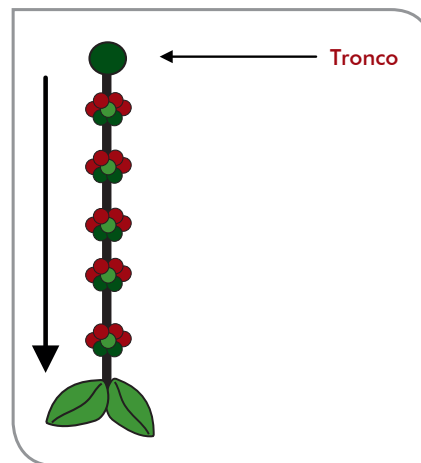


Figura 11.

Desplazamiento a través de la rama de café propuesto en el método mejorado (Vélez et al., 1999).

Resultados obtenidos con la aplicación del método mejorado

El método mejorado fue evaluado en cafetales sembrados con variedad Colombia, de diferente edad, distancia, densidad y pendiente del terreno. A cada operario se le asignó una parcela de 0,2 ha. El 60,2% de los árboles al inicio de la cosecha presentaron menos de 0,5 kg de

frutos maduros, el 10,7% entre 1,0 y 1,5 kg, y solamente el 5,87% más de 2,0 kg. A partir de los resultados obtenidos con los métodos mejorado y tradicional se calcularon los tiempos estándares para cada uno (Tabla 1), para diferentes rangos de carga de frutos maduros, adicionando 10% al tiempo bruto promedio.



Figura 12.

Posturas recomendadas para la aplicación del método mejorado. **a** y **b**. En terrenos planos; **c**. En terrenos de alta pendiente.

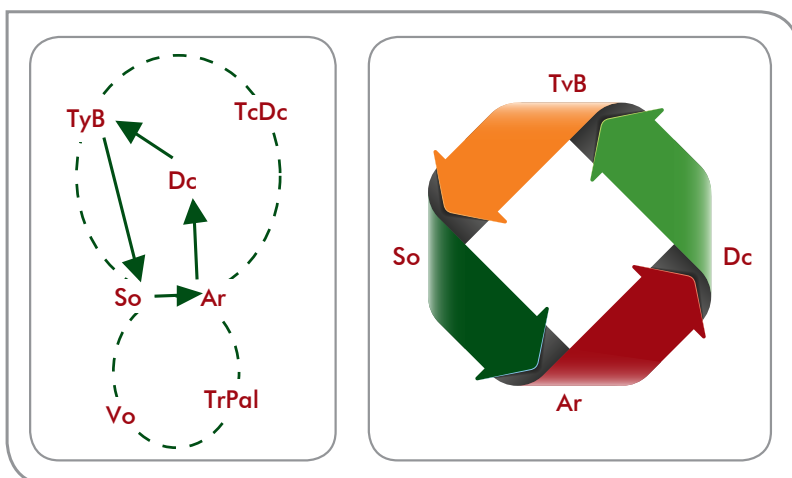


Figura 13.

Ciclos básicos para la recolección manual de café. **a**. Cosecha tradicional; **b**. Método mejorado (Vélez et al., 1999).



Figura 14.

Dispositivos para la recolección manual de café utilizando el método mejorado. **a.** Canasto con lengüeta (Vélez et al., 1999a); **b.** Canasto tradicional modificado (Ramírez et al., 2001).

Con la aplicación del método mejorado se logra disminuir el tiempo empleado en la recolección de un árbol entre 15,00% y 36,18%, con carga de frutos maduros de 0,5 a 2,0 kg (Tabla 1). A medida que disminuye la carga se obtiene mayor reducción en el tiempo por árbol, utilizando el método mejorado (Velez et al., 1999a).

A partir de la información presentada en la Tabla 1 se puede estimar el número de recolectores que se necesitaría para un pase determinado de cosecha, considerando diferentes cargas de frutos maduros (Tabla 2). En la estimación del número de recolectores requeridos se consideró el tiempo empleado por árbol según carga de frutos maduros, con dedicación del 86% de la jornada a la recolección (8,6 h/jornada) y 10 días para recolectar el café del lote.

Café maduro a recolectar por árbol (kg)	Método tradicional		Método mejorado		Disminución del tiempo (%)
	Rango	Promedio	Rango	Promedio	
Menos de 0,5 kg	1,91 2,20	2,09	1,18 1,51	1,32	36,18
Entre 0,5 y 1,0 kg	3,41 3,85	3,63	2,82 2,99	2,86	21,20
Entre 1,0 y 1,5 kg	4,95 6,16	5,50	3,85 4,25	4,07	26,00
Entre 1,5 y 2,0 kg	6,05 6,93	6,49	5,28 5,72	5,50	15,00
Más de 2,0 kg	5,50 8,14	6,82	7,48 8,69	8,03	-

Tabla 1.

Tiempo estándar (min) para la recolección de café con aplicación del método tradicional y el método mejorado.

Área del lote (ha)	Carga (Frutos/árbol)	Densidad (Árboles/ha)	Recolectores (No.)
3	Menos 0,5 kg	5.000	6
	Menos 0,5 kg	6.500	8
	Menos 0,5 kg	10.000	12
3	De 0,5 a 1,0 kg	5.000	11
	De 0,5 a 1,0 kg	6.500	14
	De 0,5 a 1,0 kg	10.000	21
5	Menos 0,5 kg	5.000	10
	Menos 0,5 kg	6.500	14
	Menos 0,5 kg	10.000	20
5	De 0,5 a 1,0 kg	5.000	18
	De 0,5 a 1,0 kg	6.500	23
	De 0,5 a 1,0 kg	10.000	35

Tabla 2.

Recolectores de café requeridos con diferente carga de frutos maduros.

Cosecha de café asistida

La recolección de café en Colombia no solo es la actividad que representa el 40% de los costos totales de producción, sino que también es una labor que cuando se realiza sin control afecta notablemente los ingresos del caficultor, por factores como las pérdidas de frutos al suelo y frutos maduros que se dejan sin cosechar (Factores que inciden en el control y manejo de la broca), además se presenta el desprendimiento de flores y frutos en sus estados iniciales, que constituyen un ingreso futuro, así como frutos inmaduros que no se dejan despulpar y que presentan menor peso, por lo que las conversiones cereza a seco y rendimiento en trilla no son favorables (Marín et al., 2003).

Además, es común encontrar en esta labor que se maltrate el árbol y que después de caídas accidentales del recolector, se recojan los frutos del suelo con piedras y objetos duros, que después llegan al beneficiadero y dañan la despulpadora.

En este sentido, Cenicafé ha venido desarrollando métodos de cosecha y tecnologías con los que se busca optimizar la mano de obra que es costosa y que en algunas zonas cafeteras es escasa, tecnologías que a su vez mejoran las condiciones de trabajo de los recolectores.

Dispositivo para asistir la cosecha manual de café “raselca”

En la búsqueda por reducir los costos de producción e incrementar el rendimiento de la cosecha de café, en Cenicafé se diseñó, construyó y evaluó una herramienta sencilla para asistir la recolección manual del café en los días de mayor flujo de cosecha, denominada Raselca (RASpador SElectivo de CAFé) (Buenaventura 2001, 2004).

En el diseño de la herramienta se tuvieron en cuenta factores ergonómicos como su bajo peso (85 g) y su facilidad de uso. Debido a la simplicidad de su diseño y a los materiales usados puede ser fabricada por el usuario en la misma finca, y si se fabrica a escala comercial se espera que sea de bajo costo. El dispositivo consta de ocho dedos de poliamida, de 1,5 cm de longitud y 2,32 mm de diámetro, colocados en el interior de un tubo de PVC presión, cortado longitudinalmente, de 60 mm de diámetro por 8 cm de longitud, una bisagra que puede ser metálica o plástica, que une ambas caras del tubo y dos cintas de Velcro® en su parte posterior para que se ajuste a la mano del operario y ésta pueda abrir o cerrar la herramienta para posicionarla o retirarla de la rama (Figura 15).

El dispositivo Raselca requiere pases de cosecha con alta oferta de frutos maduros y concentración de la maduración. Estas condiciones, aunque difíciles de encontrar en la mayoría de las regiones cafeteras, debido a las diferentes ofertas ambientales que se presentan, se pueden generar si se modifica la frecuencia de recolección (Incrementando los días entre pases) para favorecer la acumulación de frutos aptos para el desprendimiento, con el fin de realizar desprendimientos masivos mediante el “ordeño” parcial o total de los frutos presentes en las ramas, incrementando el rendimiento operativo con relación a la cosecha tradicional, especialmente a aquellos recolectores de bajo rendimiento, que no alcanzan a devengar el equivalente a un salario mínimo legal.



Figura 15.

Herramienta para asistir la cosecha manual de café “Raselca”.

López *et al.* (2006), acompañaron el uso de la herramienta con una metodología de trabajo que consistió en retrasar los pases de cosecha, con el fin de aumentar la oferta de frutos maduros, sin realizar repase inmediato, con operarios de regular a bajo rendimiento, entrenamiento adecuado y pago de la mano de obra al jornal, con los cuales se obtuvieron los siguientes resultados. Para la cosecha con Raselca se tuvieron rendimientos en la recolección de 11 kg.h⁻¹ de café cereza, con porcentajes de frutos verdes en la masa cosechada de entre 2,9% y 8,2% y entre 13,1% y 52,0% frutos maduros dejados en el árbol sin recolectar.

Para la cosecha tradicional se tuvieron rendimientos de recolección promedios de 6 kg.h⁻¹ de café cereza, con porcentajes de frutos verdes en la masa cosechada de 2,3% y frutos maduros dejados en el árbol sin recolectar entre 14% y 16%.

Las pérdidas de frutos caídos al suelo durante la cosecha estuvieron entre 11 y 13 frutos con la herramienta Raselca, donde se empleó un recipiente plástico usado para recolectar café llamado “Tico”, que presenta un área de captura 85,5% mayor que el área del recipiente tradicional (Figura 16). Para el caso de la recolección tradicional se presentaron pérdidas de frutos caídos al suelo que estuvieron entre 9 y 10 frutos.

Los análisis sensoriales mostraron que cerca del 70% de las calificaciones obtenidas fueron iguales o superiores a seis, para los dos métodos de recolección evaluados. Respecto a los costos de la recolección con ambos sistemas, se determinó un costo promedio de \$ 216 por kilogramo de café recolectado en la cosecha tradicional, mientras que el promedio del costo unitario

con el dispositivo Raselca fue de \$ 181,5 por kilogramo, es decir, se logró reducir en promedio en 16% el costo unitario al cosechar con la tecnología Raselca.

Consideraciones prácticas

Estas evaluaciones mostraron que la tecnología Raselca asociada a su empleo, con operarios de regular a bajo desempeño en la cosecha, sin repase inmediato, con entrenamiento adecuado y mayor tiempo entre pases, es una alternativa promisorio para la recolección de café en las épocas de mayor flujo de cosecha y falta de mano de obra. Su empleo permite incrementar la eficiencia operativa de la cosecha en el 77,4%, con una reducción en el costo unitario de recolección de café hasta un 16,0%, con relación al valor pagado con el método tradicional. Además, se obtiene un café de buena calidad física y en taza, con un porcentaje promedio de frutos verdes en la masa cosechada de 4,4%, que se considera aceptable, teniendo en cuenta que se trata de una nueva propuesta tecnológica para cosechar café, en la cual el aprendizaje y la experiencia son importantes para obtener mejores resultados con su empleo.



Figura 16.

a. Recolección con la herramienta Raselca; **b.** Herramienta Raselca; **c.** Recipiente para la recolección “Tico”.

Dispositivo para asistir la cosecha manual de café "Raselca con sistema de captura "Hamacafé"

El sistema de captura Hamacafé (Figura 17), se deriva de un dispositivo evaluado en Cenicafé llamado Burrococo, el cual consiste en un trozo de tela impermeable de 1,5 m por cada lado, que se sujeta al recipiente plástico para generar una amplia zona de captura para los frutos desprendidos. La superficie permite retener los frutos desprendidos y almacenar hasta 20 kg de café cereza a lo largo de la labor de cosecha. La tela permanece extendida por la acción de dos tubos de pvc de ½" de 75 cm de longitud y un resorte a lado y lado de la tela, que genera una concavidad para retener los frutos desprendidos. Una vez está lleno el dispositivo, el café se descarga directamente sobre la estopa.

Se pudo observar que el dispositivo de captura de frutos desprendidos Hamacafé es mucho más eficaz para las labores de raspado que el recipiente tradicional,



Figura 17.

Dispositivo para la captura de café, Hamacafé.

mostrando en promedio 13 frutos caídos al suelo por sitio, frente a 82 frutos con el recipiente tradicional. Según la opinión de los recolectores se recomienda el uso del sistema Hamacafé en lotes con pendientes moderadas y distancias de siembra mayores a 1 x 1 m.

Cosecha de café asistida con "Canguaro"

En Cenicafé, Roa (2003) diseñó un dispositivo para asistir la recolección manual de café, que consta de dos cuerpos metálicos con forma de embudo, sujetos a la muñeca del recolector, cada uno conectado al tanque de almacenamiento por medio de una manguera flexible, para transportar los frutos hasta el depósito colocado en la espalda, cuando el recolector levantaba el brazo. Adicionalmente, se propone el uso de un aro que se porta en una de las manos del operario, al cual se fija una manga por donde son transportados los frutos hasta un recipiente plástico de espalda, al que se denominó Aroandes (ARO, mANga y recipiente De ESPalda), como se presenta en la Figura 18.

Posteriormente, el dispositivo Aroandes fue optimizado y evaluado en Cenicafé por López *et al.* (2006, 2008), y se reemplazó el recipiente plástico de espada por un morral en tela impermeable, con capacidad para 20 kg de café cereza (Figura 19).

Luego y por iniciativa de los usuarios, el morral fue reemplazado por un bolso ubicado a la altura de la cintura de frente al operario, con capacidad para 10 kg de café cereza, equipo al que se denominó Canguaro, por la forma de bolsa de canguro (Figura 20).



Figura 18.

Dispositivo para la recolección asistida de café, Aroandes.



Figura 19.

Dispositivo Aronades modificado por morral de tela impermeable.



Figura 20.

Dispositivo Canguaro.

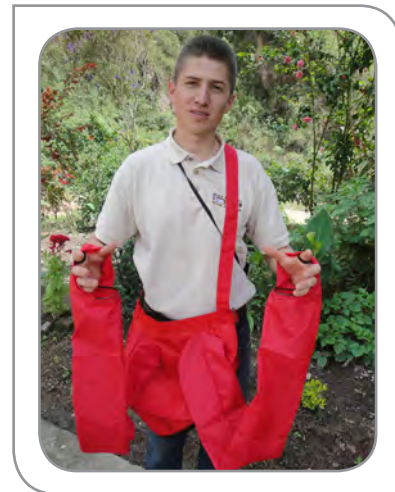


Figura 21.

Dispositivo Canguaro 2M.

Buenaventura (2010), partiendo del dispositivo Canguaro, diseñó un equipo denominado Canguaro 2M, cuyas características y resultados se describen a continuación (Figura 21).

Descripción del Canguaro 2M

La tecnología de cosecha “Canguaro 2M”, es un dispositivo para asistir la cosecha manual de café, que consiste en un morral fabricado en tela impermeable, donde se almacenan los frutos cosechados y que va unido a dos mangas o ductos, donde por gravedad son transportados los frutos desde las manos hasta el morral, a su vez, las mangas se fijan a las manos a través de guantes, que facilitan la captura de los frutos desprendidos y las protegen de las raspaduras e insectos.

Su diseño permite recolectar café libre de hojas, repartir el peso de la carga entre la cintura y el hombro, facilitar los desplazamientos, impedir el vuelo de las brocas presentes en los granos cosechados y eliminar los riesgos de regueros de frutos de café al suelo por accidentes.

Mangas. Son ductos fabricados en lona impermeable de 1 m de longitud y 10 cm de diámetro, encargados de transportar los frutos desprendidos por la mano hasta el bolso donde son almacenados, con lo que se busca que el operario elimine el movimiento que existe cuando la mano está llena de frutos y se desplaza hasta el recipiente plástico tradicional para dejarlos, movimiento que en una jornada de trabajo de 8 horas representa de 1,0 a 1,5 horas, tiempo que se emplea mejor con el equipo desprendiendo frutos.



El equipo ha demostrado tener ventajas con relación a la cosecha tradicional, debido a que reduce las pérdidas de café caído al suelo a 2,5 frutos por sitio, los frutos maduros dejados en el árbol sin cosechar a 2,5 frutos, mejora la calidad de la recolección con un promedio de 1,5% de frutos verdes en la masa cosechada, con rendimientos por lo menos iguales a los obtenidos con el recipiente de plástico tradicional, alcanzando incrementos en el rendimiento hasta de un 30%, en aquellos usuarios que han sido constantes en su uso.

Guante de sujeción. Las mangas del equipo se fijan en las manos del operario a través de guantes, que buscan rodear la periferia de la mano, generando un área de captura para los frutos, con el fin de que puedan ser depositados con seguridad al interior de la manga. En el punto de unión entre el guante y la manga se encuentra un aro plástico, encargado de mantener abierta la boca de la manga por donde ingresan los frutos desprendidos. Este aro no debe ser muy rígido, pues causaría el desprendimiento accidental de frutos e impediría al

operario llegar con sus manos a los lugares más cerrados del árbol, tampoco debe ser demasiado flexible, pues se podría cerrar al contacto con las ramas, impidiendo el ingreso seguro de los frutos desprendidos. El guante permite al recolector recoger los frutos caídos del suelo y realizar toda clase de movimientos de la mano, incluso sostenerse de los árboles mientras se desplaza en ladera. Además, lo protege contra insectos, raspaduras y quemaduras de sol.

Morral o depósito. Está fabricado en lona impermeable y tiene una capacidad de 10 kg de café cereza. Posee una cremallera en su parte inferior, por donde es vaciado el café recolectado a la estopa o costal empleado tradicionalmente, sin tener que quitárselo. Por ser completamente sellado, no permite el vuelo de la broca presente en el café recolectado. A diferencia del recipiente plástico este morral se fija tanto a la cintura como a uno de los hombros del operario, lo que permite una mejor distribución de la carga y mayor comodidad sobretodo en la cintura (Figura 22). Por ser fabricado en un material textil no genera daños a los árboles ni desprendimiento de frutos cuando se transita por el cafetal y permite tomar postura agachado y arrodillado, mucho más cómodas, sin las molestias causadas por el recipiente tradicional.

Efecto del uso del equipo Canguaro 2M sobre los indicadores de cosecha

Eficiencia. Este indicador puede aumentar cuando se realiza una labor ordenada y en la que se emplee un ciclo de cosecha simplificado, es decir, aquel en el que se eliminen los micromovimientos transportar con carga y dejar carga, volver, y transportar a la palma de la mano. De esta manera el operario puede incrementar



Figura 22.

Depósito del Dispositivo Canguaro 2M.

su rendimiento hasta un 30%, lo que es posible con el uso del Canguaro 2M, porque la persona ya no tiene que traer los frutos desde la rama hasta el recipiente plástico y volver, sino que conforme los desprende, los deja caer al interior de la manga, además, la mano al no tener que retener los frutos desprendidos hace la labor de desprendimiento con mayor agilidad. Por otra parte, el Canguaro 2M invita a la persona a realizar una labor ordenada en el árbol, cosechando de abajo hacia arriba, rama por rama, desde el tronco hacia afuera, pasando a una nueva rama sólo cuando ha recolectado la totalidad de frutos maduros de la rama, si no lo hace ordenadamente corre el riesgo de enredarse con las mangas entre las ramas.

Pérdidas. El Canguaro 2M presenta un gran aporte, según los datos de las evaluaciones en el campo, **las pérdidas de frutos al suelo con el uso del Canguaro no son mayores de 2,5 frutos por sitio, esto se debe a que la captura de los frutos es inmediata, pues el operario debe desprender y dejar caer los frutos al interior de la manga.** Cuando el operario almacena los frutos en la palma de la mano, como lo hace regularmente, corre el riesgo de dejar caer alguno mientras realiza con la misma mano el desprendimiento de un nuevo fruto, así mismo, cuando el recolector transporta los frutos hasta el recipiente plástico, se observa que hay pérdida de frutos, y en algunos casos cuando lanza los frutos con dirección al recipiente, corre el riesgo de que golpeen con el borde del mismo y caigan por fuera.

El Canguaro también aporta en la disminución de pérdidas al suelo por su material de fabricación, pues permite el tránsito por las calles y surcos sin generar desprendimiento accidental de frutos, como sí ocurre con el canasto tradicional, pues las ramas se apoyan sobre la boca de éste, y al tirar de él los frutos son desprendidos por el borde, cayendo algunos dentro del recipiente y otros afuera, además, las caídas en este tipo de terrenos son muy comunes y, por lo general, terminan por regar el café al suelo, en algunos casos el recolector prefiere dejarlos en el suelo que invertir tiempo en recogerlos, mientras que con el Canguaro 2M, por ser un bolso cerrado, impide que en una caída los frutos caigan al suelo. Por otra parte, los frutos caídos al suelo son mucho más fáciles de recoger con el Canguaro 2M, pues permite mayor movilidad y menos incomodidad de la que genera el recipiente tradicional, permitiendo posturas como agachado y arrodillado, más cómodas.

Eficacia. Con el Canguaro 2M el número de frutos maduros dejados en el árbol es de 2,5. Esto se debe a que aumenta la concentración sobre la rama, debido a que el recolector no retira sus manos de ella hasta recorrerla completamente, mientras que en la cosecha tradicional este recorrido se ve frecuentemente interrumpido, debido a que el operario transporta los frutos desprendidos hasta el recipiente plástico y regresa

de nuevo a continuar el desprendimiento, muchas veces ubicándose en un punto diferente de la rama o incluso en otra rama, dejando así frutos sin recolectar. También, **el uso del equipo Canguaro 2M favorece este indicador porque facilita los movimientos sobretodo en busca de los frutos ubicados en las ramas bajas, donde se esconden frutos difíciles de recolectar.**

Calidad. Es el porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada, que no deben exceder el 2,5% con el fin de no afectar la calidad de la bebida. En Cenicafé se determinó un control en línea de la calidad de la recolección (Moreno y Oliveros, 2006), que consiste en contar los frutos verdes presentes en una muestra de 600 cm³ (Aproximadamente 320 g). Cuando el número es inferior a seis unidades, el café presenta un contenido de frutos verdes menor que 2,5% en la masa cosechada. Además, el uso del Canguaro 2M favorece este indicador, debido al aumento de la concentración del recolector sobre la rama, y porque el equipo exige que el café sea recolectado fruto por fruto, evitando de esta manera que se raspe o se desgrane el racimo, que son factores que inciden en el incremento de los frutos verdes en la masa cosechada.

Por otra parte, el Canguaro 2M evita que se raspen accidentalmente los frutos de las ramas cuando se transita con él, según las observaciones, un gran porcentaje de frutos verdes que llegan al recipiente plástico tradicional provienen del contacto de las ramas con el borde del recipiente, que no solo desprende frutos verdes de buen tamaño sino en otros estados de maduración, hojas, ramas, flores y frutos en sus etapas iniciales. Por eso es común observar que la masa de café que sale del equipo Canguaro 2M es muy limpia de basura, en general, y que presenta un porcentaje de frutos verdes igual al 1,5%, favoreciendo la calidad de la bebida y facilitando el proceso de limpieza y beneficio de este café.

En la Tabla 3, luego de las numerosas evaluaciones en el campo, se muestra que en promedio se pueden recolectar hasta 11,4 kg.h⁻¹ de café, adicionalmente se dejaron 2,25 frutos maduros sin recolectar en el árbol (Se admiten hasta cinco), y el número de frutos en el suelo fue 2,2 (Se admiten cinco) y se cosecharon 1,5% de frutos verdes (Debe ser inferior al 2,5%). Todos los indicadores de cosecha están dentro de los límites que determinan una buena calidad de recolección.

Cosecha de café con el equipo Canguaro 2M

¿Cómo se ubica? La cargadera se ubica en uno de los hombros del operario y la correa se abrocha en la cintura (Figura 23).

En la Figura 24, se observa la ubicación del guante en la mano, fijándolo a la muñeca con la banda elástica, y al dedo índice y meñique con su respectiva banda elástica.

¿Cómo se usa? Se debe cosechar el árbol de café por caras, ordenadamente de abajo hacia arriba, con el fin de que el café vaya descendiendo a través de las mangas e ingresando por gravedad al morral, a medida que los brazos se extienden para alcanzar las parte más altas del árbol (Figura 25).

La rama del árbol se debe recolectar en dirección del tronco hacia afuera, ubicándose en lo posible siempre frente a la rama y fijando la rama con ambas manos. Se deben utilizar ambas manos para desprender los frutos, además, esa posición evitará que el operario enrede las mangas entre las ramas, y le permitirá ser ordenado en la recolección.



Figura 23.

Ubicación del bolso en la cintura.

Recolección	Eficiencia (kg.h ⁻¹)	Eficacia (Frutos/árbol)	Pérdidas (Frutos/árbol)	Calidad (% Frutos verdes)
Mitaca	4,9	1,8	1,5	0,8
Cosecha	11,4	2,7	2,9	2,2

Tabla 3.

Resultados de la evaluación del desempeño de la tecnología Canguaro 2M.

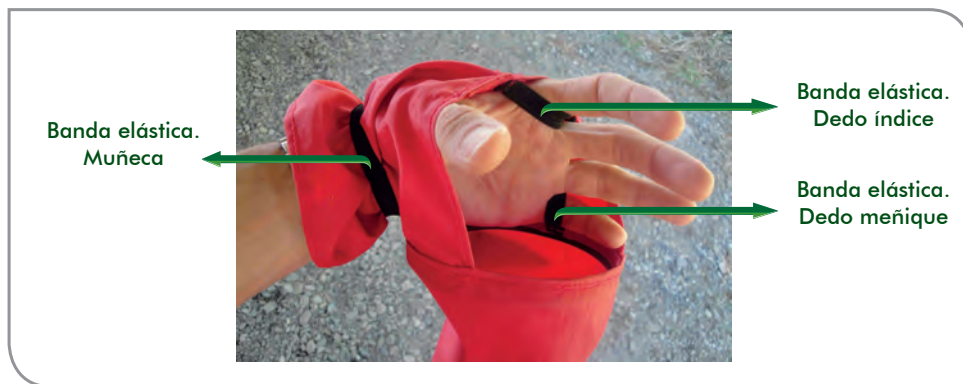


Figura 24.

Ubicación del guante en la mano.

Se debe evitar retener los frutos desprendidos en la palma de la mano, éstos deben caer paulatinamente al interior de la manga a medida que se realiza su desprendimiento, entre más libre esté la mano de frutos, mayor será la agilidad para desprenderlos.

Se deben recoger los frutos que pudieron haber caído al suelo durante la cosecha, como se observa en la Figura 26.

Diseño y elaboración del Canguaro 2M. A continuación se presentan los diseños y moldes para la elaboración del Canguaro 2M, donde se indican las medidas, así como las diferentes piezas para el montaje y la confección del equipo (Figura 27).

Ventajas de la tecnología

A lo largo del proceso de desarrollo, difusión y adopción de la tecnología “Canguaro 2M” se han entrevistado y encuestado a los usuarios de la tecnología, quienes destacan como principales ventajas:

- **Evita la caída de frutos al suelo.** Los usuarios reconocen que se caen menos frutos al suelo, y en general se sienten seguros al saber que el café va en un recipiente cerrado.
- **Es más cómodo.** Hacen referencia a la incomodidad en la cintura con el uso del recipiente tradicional, reconocen que el Canguaro hace más fácil llevar la carga, permite mayor movilidad en el lote, en el árbol y da facilidad para agacharse.
- **Rinde más.** Es una opinión recurrente en quienes llevan más tiempo de uso con el equipo y logran adaptarse a él, consideran que al no tener que llevar el café en las manos hasta el recipiente plástico, como ocurre en la recolección tradicional, les permite aumentar su rendimiento.



Figura 25.

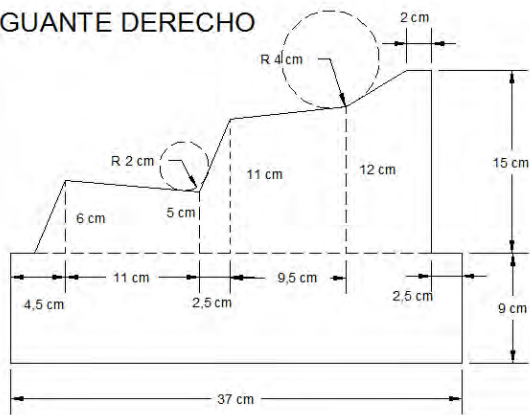
Movimientos en el árbol durante la cosecha con el equipo Canguaro 2M.



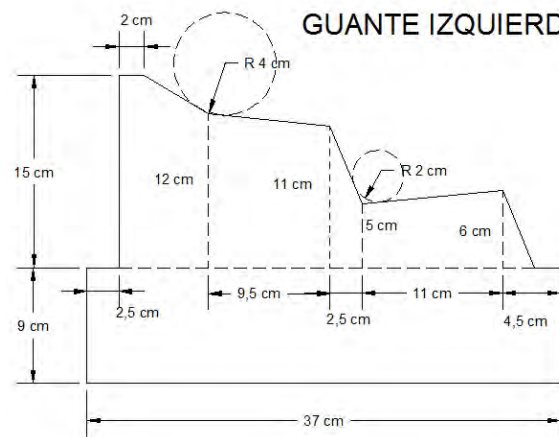
Figura 26.

Recolección de frutos caídos al suelo.

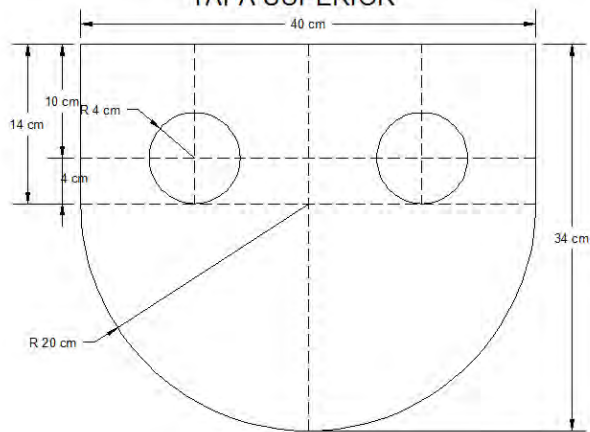
GUANTE DERECHO



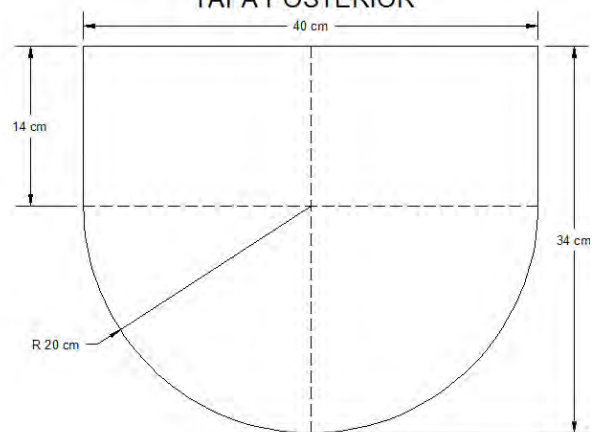
GUANTE IZQUIERDO



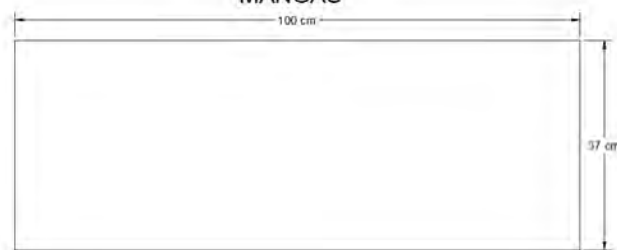
TAPA SUPERIOR



TAPA POSTERIOR



MANGAS



FUELLE

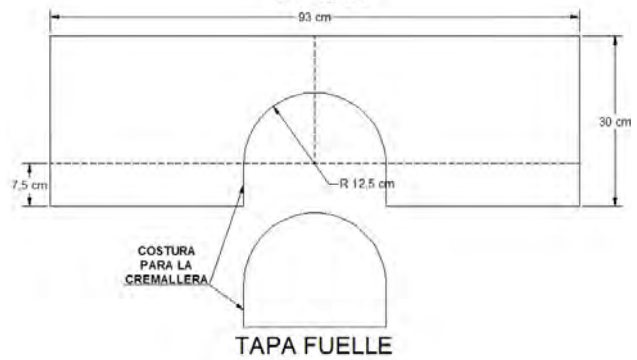


Figura 27.

Diseños y moldes para la elaboración de los Canguaros 2M.

- **El café sale libre de hojas e impurezas.** Con el Canguaro se cosecha el café más limpio pues no ingresan hojas ni ramas.
- **Mejora la calidad de la recolección.** Tiene que ver con frases como “solo se cosecha el maduro” (Figura 28). Los recolectores se sorprenden porque aunque el morral no permite extraer los frutos verdes cosechados, como sí se puede hacer con el recipiente tradicional, el porcentaje de éstos en la masa cosechada es mínimo, atribuible a una mayor concentración en la rama, a que el equipo exige al usuario desgranar y no raspar y a que no se desprenden frutos verdes por accidente, como ocurre con el borde del recipiente plástico tradicional.



Figura 28.

Muestra de la masa cosechada con Canguaro 2M.

Consideraciones generales en el uso del Canguaro 2M

El equipo ha demostrado ser una excelente herramienta para mejorar la calidad de la cosecha y las condiciones de trabajo de los recolectores, así como reducir pérdidas de frutos al suelo, y a que tiene un efecto positivo sobre la broca.



Para la adopción del Canguaro 2M se requiere de la participación decidida del propietario, del diseño y aplicación de estrategias que permitan favorecer tanto al caficultor como al trabajador, especialmente en los primeros días. El Canguaro 2M es un dispositivo específico para la recolección de café, lo que no sucede con el recipiente plástico, con el que se realizan en la finca otras actividades como por ejemplo, abonar con fertilizantes químicos, que dentro de las buenas prácticas agrícolas es tenido en cuenta como un factor de riesgo.

Este tipo de herramientas abren la puerta a nuevas tecnologías que se puedan desarrollar y despiertan el interés de los caficultores en torno a la necesidad que tienen de promover el cambio en estas labores, les advierte que es una labor a la que se le debe prestar mayor atención, no solo pensando en los rendimientos, sino en el cuidado de los árboles y la reducción de las pérdidas que hasta el momento se consideraban normales, pero que con esta tecnología se ha podido observar se pueden evitar.

Uso de mallas en la cosecha de café

En la recolección manual tradicional se emplean algunas actividades durante el desprendimiento de los frutos que no son indispensables, por lo cual su eliminación es el objetivo en cualquier trabajo en el que se pretenda mejorar el desempeño del recolector. En Cenicafé se realizaron estudios con el fin de eliminar algunos de esos movimientos. Uno de esos estudios buscaba eliminar dos de esos movimientos transferencia y retorno utilizando dos nuevos dispositivos asistentes de la recolección manual: Canasto modificado o con bandeja y mallas de polisombra, ubicadas en las calles de los árboles a cosechar (Ramírez, 1998).

Se empleó el recipiente plástico o coco tradicionalmente utilizado en Colombia para cosechar café. El rendimiento operativo obtenido con los nuevos dispositivos asistentes de recolección manual fue igual al observado con el método tradicional. Las pérdidas por frutos maduros caídos al suelo, empleando mallas y bandejas fueron de 0,04% y 1,97%, respectivamente, inferiores a las observadas con el canasto tradicional (5,64%). Con respecto a la variable eficacia se obtuvo igual porcentaje de desprendimiento de frutos maduros empleando las mallas, las bandejas y el canasto tradicional.

Sistema Rollernet e Italiannet

En investigaciones posteriores realizadas en Cenicafé se ha observado que con mallas colocadas en los surcos de los árboles por recolectar se puede atrapar el 100% de los frutos desprendidos por los recolectores, sin embargo los tiempos empleados en labores con mallas han resultado muy altos (>30 s/sitio), lo cual afecta el rendimiento del recolector.



Figura 29.

Mallas extendidas con el sistema Rollernet y dispositivo utilizado en el enrollado de la malla y recolección del café.

La primera metodología, denominada Rollernet emplea una malla de 20 a 30 m, colocada en un carretel, apoyado en dos estructuras metálicas de bajo peso, que pueden anclarse al suelo, lo cual permite realizar dos funciones, extender la malla debajo de las ramas, halada con una pieza metálica en forma de "T", y recoger la malla y el café presente en ella, girando el carretel con la ayuda de una manivela (Figura 29).

La segunda metodología, denominada Italiannet, utiliza unos cables plásticos de alta resistencia a la tracción (Poliamida), que se templan en la parte baja de los árboles en contacto con los troncos, sobre los cuales se desliza una malla de fabricación italiana de 5 m de longitud, a lo largo de los surcos por cosechar. Los cables se templan con dos tubos metálicos (Conduit de 2,5"), de longitud variable, para ajustarse de árbol a árbol entre el surco. Los tubos llevan en cada extremo un gancho en forma de "C" para acoplarlo al tronco y están recubiertos internamente de caucho espumado, para no dañar la corteza (Figura 30).

Los resultados obtenidos en la evaluación de estas dos metodologías mostraron que los tiempos empleados para extender y recoger las mallas son iguales para ambos sistemas. El tiempo total en manejo de mallas con

ambos métodos se podría disminuir mediante el empleo de procedimientos más ágiles para separar las hojas y empacar el café. La eficacia de captura promedio con ambos sistemas es de 99,9%. Los tiempos en labores por sitio fueron de 3,76 s para el Rollernet y 3,68 s para el Italiannet, solamente el 5% del mejor tiempo reportado en estudios anteriores. El rendimiento promedio de los recolectores con los métodos evaluados fue similar al observado en cosecha manual tradicional, en cafetales con similares condiciones de edad y oferta de frutos maduros, 12,5 kg.h⁻¹ de cereza para Rollernet y 11,3 kg.h⁻¹ con Italiannet.

Mallas plásticas en Polisombra y Sarán

En 2006, en Cenicafé se realizaron estudios sobre el uso de mallas plásticas colocadas en la base de los árboles y a lo largo de la calle entre el surco, en lugar del canasto tradicional. Entre las mallas utilizadas está la polisombra con el 45% de sombra (Malla de polietileno de alta densidad) y sarán de 70% de sombra.

Entre las ventajas la malla polisombra tiene un peso de solamente 26 g.m⁻², se observa una facilidad de manejo en la plantación y relativo bajo costo; sin embargo, se



Figura 30.

Sistema para el manejo de mallas en cosecha de café Italiannet.



Figura 31.

Mallas plásticas tipo “polisombra” y “sarán” con 45% y 70% de sombra, utilizadas en la cosecha de café.

rompe fácilmente por efecto de los esfuerzos producidos por el pisoteo del operario, el peso del producto y por rozamientos con ramas del árbol y objetos en el piso. La malla sarán con 70% de sombra, pesa 70 g.m⁻² demostró en condiciones difíciles de trabajo ser más resistente (Figura 31).

Con esta tecnología se busca disminuir las pérdidas y brindar mejores condiciones de trabajo a los operarios, conservando los indicadores de calidad y eficacia, y adicionalmente se aumenta el indicador de rendimiento, ya que con su uso se pueden obviar algunos movimientos de las manos o micromovimientos, en los cuales los recolectores con el método tradicional con canasto, invierten demasiado tiempo. Los mejores resultados se obtuvieron en plantaciones con distancias entre surcos mayores a 1,5 m, menores a 5 años y pendiente del terreno menor del 70%. Se ha observado que el mejor desempeño se obtiene con mallas de 3,0 x 5,0 m. Las menores pérdidas por caída de frutos se logran colocando a cada malla una cinta de velcro de 2,5 cm x 5,0 m, en cada uno de sus lados, lo que permite conseguir una unión fuerte durante la labor. Además, cuando se utilizan dos operarios se obtienen los mejores resultados trabajando en equipo, al cosechar por medias caras de los árboles.

Cosecha semi-mecanizada de café

Los avances obtenidos en cosecha semi-mecanizada de café en las condiciones colombianas se refieren a desarrollos propios de herramientas motorizadas y al uso de equipos desarrollados para cosecha de café u otros productos similares. Dentro de los desarrollos propios de Cenicafe se encuentran equipos con motores eléctricos pequeños, de corriente continua, que tienen baterías recargables como fuente de energía. Dentro de las investigaciones relacionadas con sistemas para cosecha semi-mecanizada de café en condiciones diferentes a las colombianas se han realizado evaluaciones a dispositivos desarrollados principalmente en Brasil.

Máquinas motorizadas eléctricas

Las máquinas motorizadas en un inicio tomaron como fuente de potencia pequeñas plantas eléctricas semiestacionarias, con motores eléctricos de corriente alterna, y posteriormente usaron motores de combustión interna portátiles. El gran desarrollo que han tenido en los últimos años las baterías y los motores eléctricos de corriente directa, los cuales han sufrido grandes disminuciones de precio sin reducir confiabilidad, hicieron viable económicamente esta tecnología.

Equipo portátil Imfra

Uno de los primeros equipos eléctricos fue el denominado Imfra por ser un impactador de frutos y ramas. El dispositivo, accionado por un motor de 84,7W, consta de un actuador que pesa 850 g, el cual es transportado en la mano del operario, y un arnés colocado en la espalda para transportar las baterías con peso total de 8,0 kg (Figura 32). Los frutos de café se desprenden al ser golpeados por dos impactadores, fabricados en teflón, que giran a 1.100 r.min⁻¹. Con el nuevo dispositivo se logra desprender frutos individual o masivamente, en racimos con alta concentración de frutos maduros, evitando el movimiento sostener, que según Vélez *et al.* (1999) en cosecha manual demanda el 40% del tiempo empleado en un ciclo de recolección.

Oliveros *et al.* (2005), evaluaron el dispositivo Imfra en árboles sembrados a 1,5 x 1,0 m, en topografía ligeramente inclinada, en condiciones de alta concentración de frutos maduros (80,7% en promedio) y alta carga (1,43 kg en promedio), usando mallas en el suelo para recibir los frutos desprendidos. En esas condiciones favorables, el rendimiento neto obtenido fue 33,7 kg.h⁻¹, casi tres veces el observado en cosecha manual tradicional, en cafetales con similares características. La calidad de la recolección mejoró sensiblemente con el aprendizaje en el manejo del



Figura 32.

Equipo IMFRA para la cosecha semi-mecanizada de café.



Figura 33.

Sistema portátil y motorizado Alfa para la cosecha semi-mecanizada de café.

equipo, pasando de 10,3% de frutos verdes en la masa cosechada el primer día de trabajo a 4,3% en el cuarto día. Con el equipo se recolectaron en promedio el 80% de los frutos maduros en los árboles. Esta tecnología tiene como limitante que se requiere un repase manual para completar la recolección total de los frutos en los árboles, lo que demanda trabajos, logística y administración de la finca, para hacer que esta tecnología sea viable económicamente.

El equipo eléctrico más avanzado de esta serie es el Alfa, el cual sufrió un proceso de simplificación a partir de su antecesor, y consiste en un par de baterías recargables llevadas en un cinturón, las cuales son fuente de energía de un motor eléctrico de corriente directa, de solamente 15 W, con un golpeador acoplado directamente a su eje (Figura 33). Con esta herramienta se lograron aumentos en la capacidad de recolección de hasta un 100%, con la ayuda también de mallas plásticas en el suelo para recibir los frutos desprendidos (Oliveros *et al.*, 2010). La masa de café cosechada cumple con el requisito máximo de frutos verdes.

Equipo portátil Descafé

En la cosecha manual, la labor más demandante en mano de obra y con mayor participación en los costos en la producción de café, los recolectores sujetan los frutos maduros con los dedos índice y pulgar y los giran para desprenderlos; de esta forma emplean 20% menos fuerza que si lo hicieran a tracción pura, de acuerdo a estudios realizados por Ramírez *et al.* (2006, 2008), basados en el principio “natural” de desprendimiento de frutos maduros, se diseñó una herramienta portátil, denominada Descafé (DESgranadora de frutos de CAFÉ)

(Figura 34), la cual permite emular los movimientos de los dedos en la cosecha manual, por medio de la rotación de agitadores de caucho colocados en tres ejes a 120°, entre sí, que giran a 1.100 rpm.

Para el accionamiento de la herramienta portátil Descafé se utilizaron diferentes fuentes de potencia como motores de combustión interna (De guadaña), motores AC (De taladros eléctricos) y recientemente mini-motores de corriente directa (DC), de 150 W, obteniendo autonomía de hasta una jornada. El actuador de la herramienta, de 1.450 g, es soportado en el brazo del operario.

Para la recolección del café desprendido se utilizan mallas plásticas tipo “sarán” de 70% de sombra, con velcro en sus bordes, para mantenerlas unidas en las calles del surco (Figura 35). Las cuales se utilizaron según la metodología definida por Álvarez (2002), la cual consistía en mover las mallas de manera transversal a los surcos en la medida en que iban quedando libres de uso.

Los mejores resultados obtenidos con el modelo Descafé, en pico de cosecha principal (Figura 36), son: Rendimiento hasta de 24,6 kg.h⁻¹ y pérdidas de 1,1 frutos/sitio. En árboles con cargas y porcentajes de frutos maduros altos (>0,8kg y 60%, respectivamente) se logra cosechar con menos de 2,0% de frutos inmaduros en la masa cosechada, similar a la cosecha manual tradicional, desprendiendo más del 95% de frutos maduros, con reducción en el costo unitario hasta del 9,2% con relación a la cosecha tradicional. Con empleo de mallas plásticas tipo “sarán”, con velcro en sus bordes, se lograron reducir las pérdidas por caída de frutos a valores inferiores a 5,0 frutos/sitio.



Figura 34.

Equipo portátil Descafé, con su respectivo arnés y baterías.



Figura 35.

Movimiento de mallas y operarios (mallas de 25 m x 3 m)

Los resultados obtenidos con el modelo Descafé indican que es promisorio para la recolección de café en épocas de alto flujo de cosecha, en cafetales de alta densidad, localizados en terrenos con pendiente hasta del 70%, con el cual se logra incrementar el rendimiento de la mano de obra más del 100%, con calidad aceptable para las condiciones colombianas.

Sistemas de cosecha semi-mecanizada de otros productos

Los vibradores portátiles de tallos (VPTs), son dispositivos movidos por pequeños motores de combustión interna para aplicar vibración unidireccional a tallos y ramas



Figura 36.

Cosecha de café con la herramienta portátil Descafé.

gruesas de los árboles en la cosecha de olivas y castañas en Europa (Figura 37). Dada la similitud en tamaño y forma de estos productos agrícolas con los de café, en Cenicafé se realizaron evaluaciones de estos equipos en la cosecha selectiva de café. Con los VPTs en la cosecha de café se han logrado aumentos de más de 300% en la capacidad de recolección por operario y reducciones de cerca del 10% en el costo unitario de recolección de café (Araque et al., 2005; Aristizábal et al., 2003; Granja y Oliveros, 2003; Oliveros et al., 2005). Sin embargo, el café recolectado presenta un alto contenido de frutos verdes y se deja un alto número de frutos maduros en los árboles, que hacen que esta tecnología no esté aun lista para ser entregada a los caficultores. Actualmente se trabaja en la reducción del número de frutos maduros sin cosechar, en la reducción del contenido de frutos verdes en la masa cosechada y en el aumento del rendimiento a través de diferentes estrategias.



Figura 37.

Vibrador portátil de tallos usado en la cosecha de café.

Recolección de frutos del suelo

En los lotes de café es necesario ingresar al menos 30 veces al año para atender labores relacionadas con control de arvenses, fertilización, determinación de niveles de infestación de plagas, aplicación de plaguicidas, recolección de café y cosecha sanitaria o Re-Re, entre otras.

En la recolección de café también se presenta caída de frutos al suelo, que puede variar en promedio desde 9 hasta 27 frutos/árbol/pase (Vélez et al., 1999; Palencia et al., 2002). Los frutos que caen al suelo (Figura 38) causan pérdidas económicas inmediatas al productor, además aquellos frutos que caen al suelo y están infestados por broca, son un reservorio importante de este insecto y cuando las condiciones de humedad le son favorables emergen de los frutos e infestan los frutos sanos que se encuentran en los árboles (Oliveros et al., 2010).



Para facilitar el Manejo Integrado de la broca (MIB), luego de un pase de recolección, el máximo número de frutos caídos al suelo debe ser cinco (Bustillo, 2002). A partir de un fruto brocado pueden infestarse 590 frutos del árbol y 150 del suelo, en 180 días, en cafetales localizados a altitudes entre 1.218 y 1.700 m, respectivamente (Constantino et al., 2008).

En Cenicafé se han evaluado las siguientes tecnologías para recolectar frutos del suelo:

Bandeja

Fabricada en aluminio, cubierta con una malla de acero, con aberturas de 2,5 cm (1") y una bolsa para almacenar temporalmente los frutos recogidos. Se utiliza un rastrillo para acercar la hojarasca, ramas y frutos de café a la bandeja (Figura 39). Este dispositivo se evaluó en parcelas sembradas con variedad Colombia, a 2,0 x 1,0 m y 1,5 x 1,0 m, con pendiente de 0% a 100%. Con esta herramienta se recolectó del 65% al 82% de los frutos presentes en los platos de los árboles, con tiempo empleado por árbol de 14 a 32 s (Acosta et al., 2006). En la evaluación se observó que la pendiente favorece la

**Figura 38.**

a. Frutos caídos al suelo en un pase de recolección;
b. Chapolas originadas por frutos caídos al suelo.

recolección de los frutos del suelo, por la mayor facilidad para observar los frutos en los platos de los árboles, que ocurre cuando el operario se desplaza por la parte baja del surco. Las ramas bajas dificultan la detección

de los frutos a recoger con el dispositivo y aumentan el tiempo empleado por sitio (Acosta *et al.*, 2006).

Canastilla recolectora de frutos

**Figura 39.**

Herramienta manual para la recolección de frutos de café caídos al suelo.

De forma elipsoidal, construida en alambre galvanizado de acero de alto contenido de carbono, calibre 18 (1,04 mm de diámetro), 52 alambres, con espacio libre máximo entre ellos de 7,8 mm y semiejes mayor y menor de 8,73 y 7,23 cm, respectivamente. La canastilla gira sobre su eje mayor y está soportada en una estructura metálica de bajo peso, con mango de 1,24 m ligero, en tubo metálico, para su manejo. Al pasarlo sobre los frutos, por su peso propio, 1,15 kg, y la componente vertical de la fuerza aplicada por el operario al mango del equipo, los alambres se separan por el efecto cuña para permitir el ingreso del fruto al interior de la canastilla (Figura 40). Una vez el fruto está adentro, el propio peso del fruto no es suficiente para volver a abrir los alambres quedando así retenidos. Los frutos recogidos con el dispositivo se descargan en un recipiente utilizando un gancho o vaciador que separa los alambres con mínimo esfuerzo, y permite que los frutos caigan fácilmente dentro del balde.

**Figura 40.**

Dispositivo a utilizar para recoger frutos del suelo (Recogedor de frutos).
a. Detalles de la operación del equipo;
b. Descarga de los frutos recogidos.

La canastilla se evaluó considerando dos factores de variación, el estado del plato (Con y sin remoción de la hojarasca) y el número de frutos presentes en cada plato (3, 6, 9, 12 y 15), con 15 réplicas en cada tratamiento (Oliveros y Tibaduiza, 2012).

Con platos limpios se recolectó entre 77,3% y 91,0% de los frutos. La capacidad de campo varió desde 2,47 ha/jornada con plato limpio y 3 frutos/plato, hasta 0,84 ha/jornada, con plato limpio y 15 frutos/plato. Sin remover la hojarasca de los platos se recolectó entre 47,3% y 64,3% de los frutos. La capacidad de campo fluctuó entre 0,73 y 1,47 ha/jornada, con 15 y 3 frutos/plato.

Equipos neumáticos

Se evaluó un equipo de espalda, marca Cifarelli V77S (Oliveros *et al.*, 2010), para recoger los frutos de café en los platos de los árboles (Figura 41). El equipo utiliza un ventilador centrífugo que genera en el interior del ducto o lanza una corriente de aire con velocidad media de 20 a 25 m.s⁻¹ (Sanz *et al.*, 2008). El ventilador es accionado por un motor de dos tiempos de 77 cm³ y 3,6 kW (5HP) a 3.600 rpm. El material recogido del suelo se descarga en un depósito colocado en la espalda del operario, con capacidad máxima de 15 L, donde por efecto de corrientes de aire ascendentes son separados y retornados al campo los materiales livianos (Hojas, principalmente). El equipo vacío pesa 13,5 kg.

El equipo se evaluó en los departamentos de Antioquia, Caldas, Cauca, Risaralda y Valle del Cauca, en plantaciones con distancias entre surcos de 1,0 a 2,0 m y pendiente de 0% a 150%. En cada una de las fincas se llevó a cabo la recolección de frutos de café de los platos de los árboles con el equipo Cifarelli V77S, durante los semestres I y II, de 2006 y 2007, teniendo en cuenta la evolución de la cosecha principal, las pérdidas de café al

suelo en los lotes y la coordinación directa con el Caficultor y con el Coordinador de IPA de cada departamento.

En cada finca se utilizaron entre tres y nueve equipos, se capacitaron los trabajadores encargados de apoyar la labor y se tomaron los registros previstos para evaluar la eficacia de recolección de los frutos del suelo, la eficiencia y los costos de operación de los equipos. El impacto de la recolección de frutos del suelo en los niveles de infestación de broca de los lotes en tres fincas se presenta en la Figura 42, donde se observa que tienden a ser inferiores en los primeros meses con relación a los obtenidos con los testigos, especialmente en fincas con niveles de infestación de broca altos y con elevado número de frutos caídos al suelo, principalmente brocados.

En la Tabla 4 se presentan resultados obtenidos en cinco de las nueve fincas consideradas.

La mano de obra empleada varió entre 0,5 y 6,0 jornales/ha, afectada principalmente por los siguientes factores:

- El trazado de los surcos. Mejores resultados en surcos largos y rectos.
- El manejo de las arvenses. Los mejores resultados se dan cuando se emplean buenas prácticas para su manejo.
- Destreza del operario y sus condiciones visuales para localizar, recoger los frutos del plato y para resolver los inconvenientes creados por la hojarasca y ramas que obstruyen la lanza y en ocasiones llegan hasta el rotor del ventilador.
- Condiciones del terreno. Mejores resultados en terrenos secos.
- Presencia de sombrío. Mejores resultados en cafetales a libre exposición. Dependiendo de la distribución del



Figura 41.

Equipo Cifarelli V77S. **a.** Detalles del motor, ventilador, depósito para el material recogido y de la lanza empleada; **b.** Descarga del material recogido.

sombrío en el lote, la especie y de la caída de ramas que se presente, se dificulta el desplazamiento del operario.

En general, se logran mejores resultados en terrenos secos, de alta pendiente ($> 75\%$), en cafetales con distancia entre surcos superior a 1,3 m y con buen manejo agronómico.

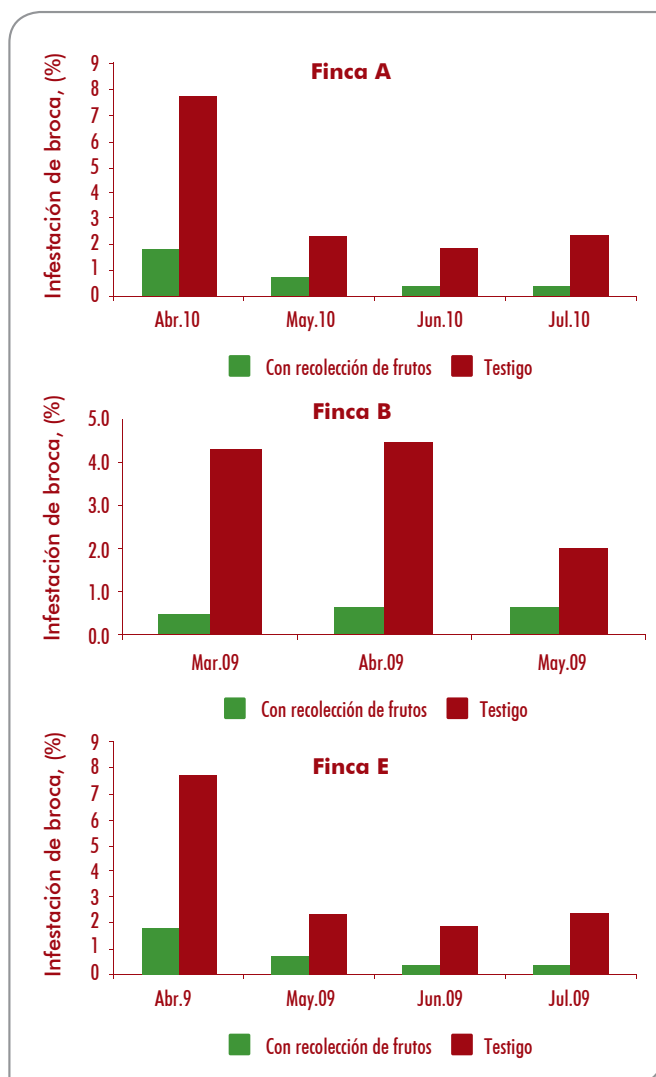


Figura 42.

Infestaciones de broca en lotes después de recoger frutos del suelo con el equipo Cifarelli V77S y en testigos sin remoción de frutos del suelo.

El consumo de combustible varió entre 2,3 y 5,8 gal.ha⁻¹, es afectado por los factores mencionados anteriormente. Conforme el operario adquiere mayor destreza en el manejo del equipo, disminuye el consumo de combustible por hectárea. La eficacia de aspiración varió de 40,3% a 74,0%. La localización de los frutos en el plato del árbol se dificulta, principalmente por la baja iluminación en el plato del árbol, en cafetales de 3^a a 5^a cosecha, con distancia entre surcos, generalmente inferiores a 1,5 m, la presencia de hojarasca, y en el caso de los frutos secos, la similitud de su color y el de la hojarasca.

Los tiempos en labores con la máquina Cifarelli V77S se presentan en la Figura 43, se observa que el tiempo efectivo dedicado en la jornada a la recolección es relativamente alto (71,2% a 83,4%). El tiempo dedicado para solucionar los problemas creados por las obstrucciones en la lanza y en el ventilador es importante, representando del 5,7% al 10,6% de la jornada de trabajo.

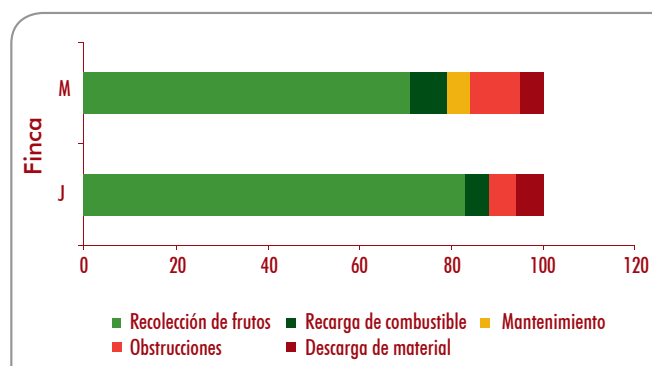


Figura 43.

Tiempo en labores con la máquina Cifarelli V77S.

Finca	Mano de obra (Jornales/ha)	Combustible (gal.ha ⁻¹)	Eficacia de recolección (%)
A	3,4	5,8	70,1
E	0,5	2,3	40,3
G	6,0	3,2	64,2
H	1,1	2,6	63,1
J	1,5	2,9	74,0

Tabla 4.

Desempeño técnico en recolección de frutos de café del suelo con el equipo Cifarelli V77S.

El equipo Cifarelli V77S fue utilizado a escala comercial en tres lotes de la Finca C, de 4,5, 1,5 y 8,0 ha, respectivamente, sembrados con café variedad Colombia de 3ª cosecha, a 1,3 x 1,2 m. La actividad se adelantó en una semana utilizando de tres a siete equipos simultáneamente. El café caído al suelo antes de las pruebas varió entre 27 y 49 frutos por planta, con 18 a 40 frutos brocados por planta (Infestación entre 74% y 80%). La eficacia de recolección de frutos osciló entre 45% y 68%, principalmente frutos verdes, maduros, sobremaduros y secos. El consumo de combustible varió de 5,0 a 10,0 gal.ha⁻¹, con promedio de 8,1 gal.ha⁻¹. La mano de obra empleada varió de 2,0 a 3,5 jornales/ha, con promedio de 2,6 jornales/ha.

En la evaluación del equipo Cifarelli V77S se observó que los frutos de café que caen al suelo durante la recolección, con frecuencia superan el límite máximo establecido en Cenicafé para el manejo integrado de la broca, máximo 5 frutos/sitio, situación que se torna crítica cuando la plantación presenta altos niveles de broca. Por lo tanto, es necesario desarrollar estrategias para disminuir su número en cada pase de recolección y en otras actividades del cultivo que también ocasionan desprendimiento accidental de frutos, con mayor énfasis en cafetales de edades avanzadas, para reducir la reproducción de la broca en frutos del suelo y la reinfestación de los frutos del árbol.

Consideraciones prácticas

La tecnología Cifarelli V77S es una alternativa para recoger frutos de café del suelo en plantaciones con distancias entre surcos desde 1,5 m, con eficacia del 45% al 68%. En cafetales con distancia entre surcos inferior a 1,5 m se dificulta el uso del equipo, por el tamaño de la máquina, y se causa desprendimiento involuntario de frutos.

Los mejores resultados en eficacia de recolección de frutos se obtienen con personal bien entrenado en el manejo del equipo, en surcos rectos, largos, con manejo adecuado de las arvenses, preferiblemente en cafetales a plena exposición solar, en terrenos con pendiente de 50% al 100%.

Se recomienda realizar las labores de recolección de frutos del suelo en época seca para facilitar el desplazamiento, disminuir las caídas y evitar atascamiento con barro de los álabes del ventilador en la carcasa, pues el material recogido (Café, suelo y otros) se humedece, se mezcla entre sí, y posteriormente se adhiere a diferentes partes del equipo por las cuales es conducido (Lanza, manguera y depósito de carga, transporte y descarga), ocasionando dificultades en la operación del equipo y requiriendo un mantenimiento especializado que implica desmontar todos los componentes del sistema.

Recomendaciones prácticas

- **En la cosecha se deben recoger, en su totalidad, sólo los frutos maduros.** Esto se traduce en ventajas como el aumento de ingresos por venta de mayor cantidad de café, de mejor calidad, con mejor conversión de café cereza a café pergamino seco, reducción de reinfestaciones de broca y eliminación de pérdidas hasta del 10%, debidas a frutos no recolectados oportunamente o que caen al suelo.
- De acuerdo a los estudios de tiempos y movimientos, en la recolección se pueden mejorar las labores teniendo en cuenta recomendaciones sencillas como: **Cosechar el árbol por caras, de abajo hacia arriba si la recolección es con Canguaro. Cosechar la rama desde el tronco hacia fuera y recoger los frutos que caigan al suelo antes de pasar al árbol siguiente.**
- Para mejorar la calidad de la cosecha y las condiciones de trabajo de los recolectores, así como reducir pérdidas por frutos que caen involuntariamente al suelo, que dificultan el manejo de la broca, se recomienda **utilizar el dispositivo Canguaro 2M**, con el cual se recolecta café maduro, sin recurrir a prácticas como extraer los frutos verdes y luego arrojarlos al suelo, como sucede generalmente con el recipiente plástico.
- Con Canguaro 2M se recolecta café limpio, sin hojas, ahorrando tiempo para retirarlas. Los mejores resultados con este dispositivo se obtienen utilizándolo inicialmente en los pases con menor oferta de frutos a recolectar, cuando los operarios se familiarizan con él obtienen los resultados esperados, principalmente mayores rendimientos, dejando menos café en los árboles y en el suelo que con el canasto tradicional.
- **En terrenos que por su topografía lo permita, se recomienda utilizar las mallas tipo sarán**, colocadas sobre el piso en los surcos de los árboles, las cuales son una excelente alternativa porque permiten recibir el 100% de los frutos desprendidos por los recolectores, evitando las pérdidas y contribuyendo al manejo integrado de la broca, además se adaptan a un amplio rango de condiciones de cafetales y pendientes.
- En sitios con pases de cosecha con más de 50% y más de 0,7 kg de frutos maduros/árbol, con topografía con pendientes moderadas (< 50%) y en plantaciones con distancia entre surcos superiores a 1,5 m, se podrían utilizar herramientas portátiles para aumentar los rendimientos de la recolección (Hasta 100%) y disminuir los costos hasta el 20%, con calidad del café recolectado aceptable para las condiciones colombianas.
- Para contribuir al manejo integrado de la broca (MIB) se recomienda recoger los frutos del suelo utilizando herramientas manuales como canastillas, que se adaptan a cualquier tipo de pendiente, trazado de cafetales y tamaño de la finca. Para fincas de mayor extensión se podrían utilizar equipos como las aspiradoras portátiles.

Literatura citada

- ACOSTA A., R.; OLIVEROS T., C.E. *Recolección de frutos de café caídos al suelo*. *Cenicafé* 57(4):312-319. 2006.
- ÁLVAREZ V., J.A. *Optimización del manejo de mallas polisombra para la captura de frutos de café en recolección manual y mecanizada: Informe anual de actividades*. Chinchiná : CENICAFÉ, 2002. 20 p.
- ÁLVAREZ V., J.A.; OLIVEROS T., C.E.; RAMÍREZ G., C.A. *Evaluación de dos sistemas para el manejo de mallas en la cosecha manual del café*. *Cenicafé* 55(2):130-135. 2004.
- ARAQUE S., H.; OLIVEROS T., C.E.; SANZ U., J.R.; RAMÍREZ G., C.A. *Desempeño de vibradores portátiles del tallo en la cosecha del café*. *Cenicafé* 56(4):339-347. 2005.
- ARISTIZÁBAL T., I.D.; OLIVEROS T., C.E.; ÁLVAREZ M., F. *Mechanical harvesting of coffee applying circular and multidirectional vibrations*. *Transactions of the ASAE* 46(2):205-209. 2003.
- BUENAVENTURA A., J.D. *Dispositivo para agilizar la cosecha del café*. p. 10. En: CENICAFÉ. *Informe anual de actividades 2000-2001*. Chinchiná : CENICAFÉ, 2001. p 10.
- BUENAVENTURA A., J.D. *Evaluación de una herramienta de asistencia para la cosecha manual*. p 5 – 7. En: CENICAFÉ. *Informe anual de actividades 2003-2004*. Chinchiná : CENICAFÉ, 2004. p 8.
- BUENAVENTURA A., J.D. *Validación de métodos de recolección manual asistida de café*. p 2 – 7. En: CENICAFÉ. *Informe anual de actividades 2009-2010*. Chinchiná : CENICAFÉ, 2010. p 11.
- BUSTILLO P., A.E. *El manejo de cafetales y su relación con el control de la broca del café en Colombia*. Chinchiná: CENICAFÉ, 2002. 40 p. (Boletín Técnico No. 24).
- CONSTANTINO, L.M., GIL, Z.N., BUSTILLO, A.E., BENAVIDES, M. P. 2009. *Impacto de los frutos de café caídos al suelo e infestados por la broca, Hypothenemus hampei sobre la infestación en el árbol*. P. 178. *Libro de Resúmenes 36° Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, 29-31 Julio, Medellín, Colombia*.
- DÍAZ G., D.; RAMÍREZ G., C.A.; OLIVEROS T., C.E.; MORENO C., E.L. *Cosecha de café con el equipo portátil STIHL SP-81, de actuadores oscilantes*. *Cenicafé* 60(1):41-57. 2009.
- GÓMEZ G., L.; CABALLERO R., A. *Ecotopos cafeteros de Colombia*. Santafé de Bogotá : FNC, 1991. 131 p.
- GRANJA F., J.J.; OLIVEROS T., C.E. *Diseño, construcción y evaluación de un vibrador multidireccional de tallos para la cosecha mecánica de café en Colombia*. *Scientia et technica* 21(3):58-64. 2003.
- LÓPEZ F., H.A.; OLIVEROS T., C.E.; RAMÍREZ G., C.A. *Disminución del costo unitario de la cosecha de café con el empleo de un método de recolección manual asistido*. *Cenicafé* 57(4):262-273. 2006.
- LÓPEZ F., H.A.; RAMÍREZ G., C.A.; OLIVEROS T., C.E.; SANZ U., J.R. *Aroandes una tecnología para la cosecha manual de café con alta calidad*. *Cenicafé* 59(4):283-294. 2008
- LÓPEZ F., H.A.; OLIVEROS T., C.E.; RAMÍREZ G., C.A.; ÁLVAREZ V., J.A.; SANZ U., J.R. *Manga para la recolección manual de café: Experiencia de investigación participativa*. Chinchiná : CENICAFÉ, 2008. 8 p. (Avances Técnicos No. 374).
- MARÍN L., S.M.; ARCILA P., J. *Cambios físicos y químicos durante la maduración del fruto de café (Coffea arabica L. var. Colombia)*. *Cenicafé* 54(3):208-225. 2003.
- MARÍN L., S.M.; ARCILA P., J.; MONTOYA R., E.C.; OLIVEROS T., C.E. *Relación entre el estado de madurez del fruto del café y las características de beneficio, rendimiento y calidad de la bebida*. *Cenicafé* 54(4):297-315. 2003.
- OLIVEROS T., C.E.; ÁLVAREZ V., J.A. *Cosecha manual de café utilizando mallas plásticas*. Chinchiná : CENICAFÉ, 2006. 8 p. (Avances Técnicos No. 354).
- OLIVEROS T., C.E.; ÁLVAREZ V., J.A.; RAMÍREZ G., C.A.; SANZ U., J.R.; MORENO C., E.L.; PEÑUELA M., A.E. *Cosecha manual de café utilizando mallas plásticas*. Chinchiná : CENICAFÉ, 2006. 8p. (Boletín Técnico No. 354).
- OLIVEROS T., C.E.; BENÍTEZ M., R.; ÁLVAREZ M., F.; ARISTIZÁBAL T., I.D.; RAMÍREZ G., C.R.; SANZ U., J.R. *Cosecha del café con vibradores portátiles del tallo*. *Revista facultad nacional de agronomía* 58(1):2697-2708. 2005.
- OLIVEROS T., C.E.; LÓPEZ F., H.A. *Recolección de frutos de café del suelo con la máquina Cifarelli V77S*. Chinchiná : CENICAFÉ, 2010. 12 p. (Avances Técnicos No. 394).
- OLIVEROS T., C.E.; RAMÍREZ G., C.A.; ACOSTA A., R.; ÁLVAREZ M., F. *Equipo portátil para asistir la cosecha manual de café*. *Revista facultad nacional de agronomía* 58(2):3003-3013. 2005.

- OLIVEROS T., C.E.; RAMÍREZ G., C.A.; BUENAVENTURA A., J.D.; SANZ U., J.R. Diseño y evaluación de una herramienta para agilizar la cosecha manual de café. *Cenicafé* 56(1):37-49. 2005.
- OLIVEROS T., C.E.; RAMÍREZ G., C.A.; SANZ U., J.R.; FUEL T., S.M.; BUENAVENTURA A., J.D.; RINCÓN B., N. Evaluación de nuevas tecnologías para la cosecha manual de café: Investigación participativa cosecha asistida de café 2009. Chinchiná : CENICAFÉ : FNC. 2009. 26 p.
- OLIVEROS T., C.E.; RAMÍREZ G., C.A.; SANZ U., J.R.; FUEL T., S.M.; BUENAVENTURA A., J.D. Cosecha manual asistida: Investigación participativa IPA-2010. Chinchiná : CENICAFÉ, 2011. 42 p.
- OLIVEROS T., C.E.; SANZ U., J.R.; RAMÍREZ G., C.A.; MORENO C., E.L.; ÁLVAREZ V., J.A.; LÓPEZ F., H.A. Mejoramiento tecnológico de la cosecha de café en Colombia: Informe final presentado a Colciencias. Chinchiná : CENICAFÉ, 2006. 39 p.
- OLIVEROS T., C.E.; SANZ U., J.R.; QUIÑÓNEZ O., W.; QUINTERO E., D. Evaluación del equipo ALFA: Informe anual de actividades. Chinchiná : CENICAFÉ, 2010. 12 p.
- OLIVEROS T., C.E.; TIBADUIZA V., C.A. Evaluación de un dispositivo manual para recoger frutos de café en el suelo. Chinchiná : CENICAFÉ, 2012. 8 p.
- PALENCIA L., F.O.; ÁLVAREZ, M.F. Cosecha manual de café con asistencia neumática. *Facultad nacional de agronomía Medellín* 55(1):1385-1393. 2002.
- PUERTA Q., G.I. Influencia de los granos de café cosechados verdes en la calidad física y organoléptica de la bebida. *Cenicafé* 51(2):136-150. 2000.
- RAMÍREZ A., M.I. Modificaciones al recipiente plástico tradicional para la cosecha manual de café. Chinchiná : CENICAFÉ, 2001. 29 p.
- RAMÍREZ G., C.A.; OLIVEROS T., C.E.; SANZ U., J.R.; ACOSTA A., R.; BUENAVENTURA A., J.D. Desgranador mecánico para la cosecha del café - Descafé. *Cenicafé* 57(2):122-131. 2006.
- RAMÍREZ G., C.A.; OLIVEROS T., C.E.; BUENAVENTURA A., J.D. Desgranador mecánicos de frutos de café: Patente de invención de la superintendencia de industria y comercio No. 16686. [Patente]. Chinchiná : CENICAFÉ, 2008.
- RAMÍREZ G., C.A.; OLIVEROS T., C.E.; SANZ U., J.R.; BUENAVENTURA A., J.D. Cosecha manual asistida proyecto Canguaro 2M: Informe final. Chinchiná : CENICAFÉ, 2012. 42 p.
- ROA M., G. Desarrollo de un equipo captador de los granos maduros, compuesto de aro, manga y dispositivo de espalda (EQUIPO AM&DE). p 7 - 12. En: CENICAFÉ. Informe anual de actividades 2002-2003. Chinchiná : CENICAFÉ, 2004. 15 p.
- RODRIGUES V., C.L.; FERRAZ DOS S., F.V.L. Repercussões sócio-econômicas da adoção da mecanização da colheita na cafeicultura paulista. Araxá : Simposio de pesquisa dos cafes do Brasil, 2011. 6 p.
- SANZ U., J.R.; TRUJILLO G., C.M. Propiedades aerodinámicas de los frutos de café. *Cenicafé* 59(1):55-63. 2008.
- VÉLEZ Z., J.C.; MONTOYA R., E.C. Nuevo método para mejorar la recolección manual del café. Chinchiná : CENICAFÉ, 1999. 4 p. (Avances Técnicos No. 269).
- VÉLEZ Z., J.C.; MONTOYA R., E.C. Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento de la cosecha manual de café. Chinchiná : CENICAFÉ, 1999. 91 p. (Boletín Técnico No. 21).