

EVALUACIÓN DE UN MÉTODO PARA LA RECOLECCIÓN DE CAFÉ EN TERRENOS DE ALTA PENDIENTE

Jhon Alexander Castañeda-Beltrán*, Esther Cecilia Montoya-Restrepo**,
Carlos Eugenio Oliveros-Tascón*, Juan Carlos Vélez-Zape**

RESUMEN

CASTAÑEDA B., J.A.; MONTOYA R., E.C.; OLIVEROS T., C.E.; VÉLEZ Z., J.C. Evaluación de un método para la recolección de café en terrenos de alta pendiente. Revista Cenicafé 62(1):32-47.2011

Se evaluó un método para recolectar café en terrenos con pendiente superior al 70%, en el cual se utilizan el método mejorado de recolección propuesto por Vélez *et al.* y recomendaciones para los desplazamientos a través de la pendiente del terreno. La investigación se desarrolló en tres etapas. En la primera, se caracterizaron física y operativamente nueve operarios, escogiendo seis que presentaron condiciones físicas similares y componentes del cuadro hemático en rango normal. En la segunda etapa, se capacitaron los recolectores en la ejecución del método mejorado de recolección. En la tercera etapa se evaluó el método en cafetales de variedad Colombia, con pendientes superiores al 70%. En términos generales, se observó que los operarios no mejoraron los indicadores de la recolección de café, eficiencia, calidad, eficacia y pérdidas, con la aplicación del método propuesto en esta investigación.

Palabras clave: Cosecha manual, eficiencia, calidad, eficacia, pérdidas.

ABSTRACT

A method for collecting coffee on slopes exceeding 70%, which are used in the proposed improved collecting method proposed by Velez *et al.* and recommendations for displacement through terrain slope were evaluated. The research was conducted in three stages. In the first one, physically and operationally nine operators were characterized, choosing six that had similar physical conditions and components of the blood characteristics within a normal range. In the second stage, the collectors were trained in the implementation of the improved collection method. In the third stage, the method was evaluated in coffee plantations with coffee trees of Colombia variety, with slopes greater than 70%. Overall, it was noted that the operators did not improve the indicators of coffee harvesting, efficiency, quality, efficacy and losses with the application of the proposed method in this research.

Keywords: Hand picking, efficiency, quality, efficiency, losses.

* Investigador Asociado (hasta el 31 de enero de 2004) e Investigador Principal, Ingeniería Agrícola, respectivamente. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé.

** Investigador Científico III e Investigador Asociado (hasta el 2005), respectivamente. Biometría. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Manizales, Caldas, Colombia.

En Colombia, la recolección y el beneficio del café representan el 51,3% de los costos totales de producción, seguidos por los costos de fertilización, que representan el 16,8%. Por esta razón en el Centro Nacional de Investigaciones de Café se realizan investigaciones con el fin de desarrollar tecnologías para la recolección, que permitan mejorar los indicadores del proceso, la rentabilidad del negocio cafetero y, por consiguiente, la competitividad del café Colombiano (3, 4, 5, 6, 9, 10, 12).

La cosecha de café en Colombia se realiza en forma manual, en 16 a 18 pases al año, en la región central cafetera. En cada pase, la oferta de frutos maduros varía desde menos de 100 g/árbol hasta 800 – 1.000 g/árbol en los días de mayor flujo de cosecha (10). El rendimiento de un recolector es afectado por varios factores, entre ellos la oferta de frutos maduros al momento del pase (10) y la altura de los árboles (14).

Vélez *et al.* (13) utilizaron la metodología de tiempos y movimientos propuesta por Barnes (1), para identificar las micro y macro actividades realizadas en la cosecha manual de café en Colombia, los tiempos empleados en éstas en una jornada de trabajo y los ciclos utilizados por los recolectores de café para desprender los frutos maduros. A partir de los resultados obtenidos proponen un método de recolección de cuatro microtarefas o *therbligs*, con recomendaciones para desplazarse a través del surco, del árbol, de las ramas, movimientos de las manos y posturas. En una primera evaluación del método los autores observaron disminución en el tiempo de cosecha por árbol de 36,8% y 21,2%, con carga de frutos maduros inferior a 0,5 kg/árbol y de 0,5 a 1,0 kg/árbol, respectivamente.

Montoya (8) evaluó el método mejorado propuesto por Vélez *et al.* (13), con cuatro

operarias previamente entrenadas en su aplicación, en terrenos con pendiente de 0% a 10% y 70% a 80%. Para la pendiente del 0% al 10% se trabajó en un lote con zoca de segunda cosecha y con pendiente del 70% al 80% en un lote con zoca de quinta cosecha. Se observó mayor rendimiento en el lote con pendiente de 0% a 10% (100 kg/jornada), que en la plantación con pendiente del 70% al 80% (56 a 87 kg/jornada). Las diferencias observadas en rendimiento pueden atribuirse también a otros factores, entre ellos la edad del cultivo, dado que en lotes con árboles de cinco años se dificulta la recolección de café por métodos tradicionales y con aplicación el método mejorado.

Martínez (7), en una investigación sobre la cosecha manual tradicional del café en plantaciones en terrenos con pendiente superior al 75%, en cafetales con edades entre 2 y 6 años, identificó y cuantificó las actividades que conforman el sistema operativo, los movimientos realizados en el lote, el surco, a través del dosel de los árboles, en las ramas y de las manos. Los análisis mostraron diferencias entre fincas, para el porcentaje de tiempo invertido en las actividades operativas y de espera. Se observó que los recolectores se desplazan en los lotes siguiendo las curvas de nivel, descendiendo por la pendiente; en las ramas se desplazan principalmente del tronco hacia fuera, utilizando ciclos de desprendimiento de frutos compuestos por cinco a seis *therbligs*.

Villegas *et al.* (15) evaluaron el efecto de la altura de la plantación de café en el desempeño operativo de los recolectores en lotes sembrados con variedades Colombia y Caturra, con edades entre 2 y 5 años, en pendientes inferiores al 70%, utilizando el método mejorado propuesto por Vélez *et al.* (13) y el método tradicional de recolección de café. Se observó aumento de la eficiencia operativa de los recolectores, entre el 44,3%

y el 187,4%, utilizando el método mejorado, disminución de los frutos verdes en la masa cosechada y efecto de la altura de las plantas en el desempeño de los recolectores en la eficiencia operativa.

En esta investigación se evaluó un método de recolección de café en terrenos con pendiente superior al 70%.

MATERIALES Y MÉTODOS

El método de recolección evaluado considera el propuesto por Vélez *et al.* (13), con recomendaciones para el desplazamiento a través de la pendiente del terreno, como se describe a continuación, desde el movimiento en el lote hasta el movimiento de las manos.

Movimiento en el lote: Los operarios se desplazaron en el lote de arriba hacia abajo, como se indica en las Figuras 1, 2 y 3, dependiendo del punto de acopio o la salida.

Movimiento en el surco: Los operarios se desplazaron en curvas de nivel y por caras internas, regresando por el siguiente surco.

Movimiento en el árbol: Los operarios desprendieron los frutos del árbol de arriba hacia abajo en zigzag, finalizando con la recolección de los frutos dejados en el suelo.

Movimiento en las ramas: Los operarios tomaron las ramas del tronco hacia afuera.

Movimientos de las manos: Los operarios realizaron el desprendimiento manual de los frutos con ciclos de cuatro *therbligs*: Transportar vacío y buscar TvB, Sostener So, Arrancar Ar y Dejar carga Dc, para lo cual se adherieron dispositivos en forma de lengüeta a los recipientes plásticos de recolección (13).

La evaluación de este método de recolección de café se desarrolló en la finca La Guaira, ubicada en la zona rural del municipio de Chinchiná (Caldas), a 1.350 m.s.n.m. (4°59' LN; 75°40' LO), en lotes sembrados con café variedad Colombia, con pendientes superiores al 70%.

Para cumplir con el objetivo de evaluar el método propuesto, la investigación se desarrolló en tres fases correspondientes a: selección del personal, capacitación de los mismos y evaluación del método en el campo.

Fase 1. Selección del personal. En esta fase se convocaron nueve recolectores, a los cuales se les realizaron las siguientes pruebas operativas y de aptitud física.

En las pruebas operativas, a cada recolector se le evaluó el desempeño operativo en la ejecución del método tradicional de recolección, a través de los indicadores de eficiencia, eficacia, pérdidas y calidad, durante cinco jornadas. La unidad de trabajo estuvo conformada por el número de árboles recolectados en una jornada, la cual dependía de la oferta de frutos maduros que tenían los árboles del lote asignado. La oferta se determinó el día anterior a la recolección, obteniendo la carga de frutos maduros promedio por árbol, en diez árboles seleccionados aleatoriamente. Además, el mismo día se limpió el plato de los árboles.

En cada jornada de trabajo se registró la siguiente información: kilogramos de café recolectados, número de plantas recolectadas por operario por jornada, duración de la jornada, número de frutos maduros dejados en el árbol, número de frutos maduros, verdes y pintones dejados en el suelo en diez árboles del lote tomados aleatoriamente, después del proceso de recolección, y gramos de frutos verdes en la masa cosechada en tres muestras de un kilogramo, tomadas en diferentes momentos de la jornada.

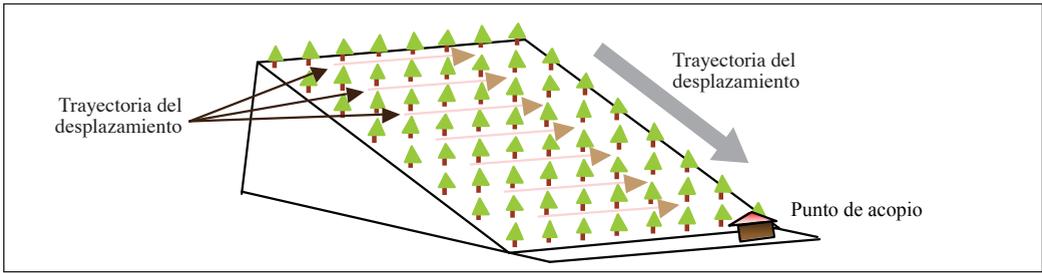


Figura 1. Desplazamiento sugerido en el lote cuando el punto de acopio o la salida están ubicados en la parte inferior del mismo (caso 1).

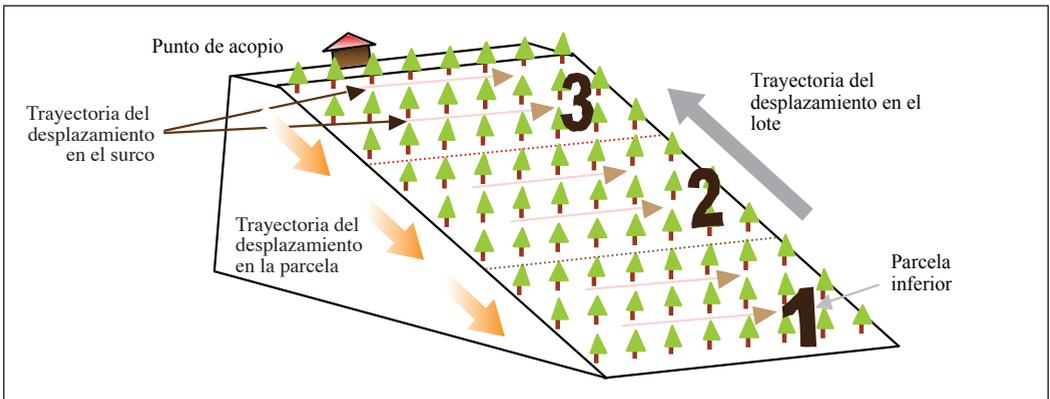


Figura 2. Desplazamiento sugerido en el lote, cuando el punto de acopio o la salida están ubicados en la parte superior del mismo (caso 2).

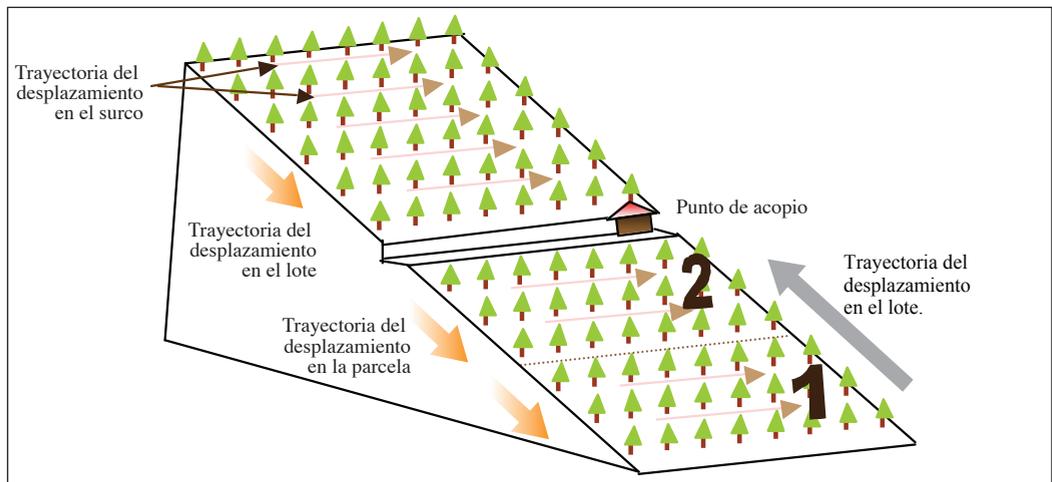


Figura 3. Desplazamiento sugerido en el lote, cuando el punto de acopio o la salida están ubicados en la parte media del mismo (caso 3).

Con esta información, se generaron las variables asociadas a los indicadores de la labor así: kilogramos de café recolectado por unidad de tiempo, asociada al indicador de Eficiencia; porcentaje de frutos maduros desprendidos, asociada al indicador de Eficacia; porcentaje de frutos dejados en el suelo, asociada al indicador de Pérdidas, obtenido como la relación entre el peso de los frutos dejados en el suelo y el peso de los frutos recolectados; y porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada, asociada al indicador de Calidad.

En las Pruebas de aptitud física, se aplicaron: 1). el Test de Cooper, para evaluar la resistencia física. Para ello, a cada operario se le solicitó realizar una carrera durante doce minutos, al final de la cual se registró la distancia recorrida. En la Tabla 1 se ilustra la clasificación de la resistencia física, para hombres y mujeres, de diferentes edades, de acuerdo con la distancia recorrida; 2). La prueba de agilidad, con la cual a cada operario, de una bandeja con 200 frutos de café maduros (rojos), 200 verdes y 50 hojas, se le solicitó tomar el mayor número de frutos maduros en un minuto; la calificación de esta prueba se dio respecto al número de frutos maduros, menos los frutos verdes y las hojas de la masa seleccionada; 3). Para evaluar el cuadro hemático, se tomaron como referencia los valores normales de los componentes, tanto para hombres como para mujeres (Tabla 2).

De los nueve operarios se seleccionaron seis, quienes presentaron aptitudes físicas aceptables, es decir, presentaron calificaciones para la resistencia física entre regular y excelente, y componentes del cuadro hemático en los rangos normales.

Con los operarios seleccionados se conformaron dos grupos de tres operarios, de tal manera que cada grupo contó con un operario

homólogo en el grupo contrario. El operario homólogo, debía tener descriptivamente, una diferencia menor o igual a cinco frutos para la prueba de agilidad y debía ser igual estadísticamente, en los promedios de las variables asociadas a los indicadores de la recolección: kilogramos recolectados por hora (eficiencia), porcentaje de verdes en la masa cosechada (calidad), porcentaje de frutos maduros desprendidos (eficacia) y porcentaje de frutos dejados en el suelo (pérdidas). Para la comparación de los promedios entre operarios se utilizó la prueba de Duncan al 5%.

Fase 2. Capacitación del personal. Inicialmente se realizó una inducción, en la cual se presentó el método propuesto (evaluado), a uno de los grupos conformados en la fase 1. La inducción consistió en presentar un análisis técnico de las operaciones que componen la actividad de recolección y una reflexión de los indicadores de la labor. Para esta actividad se emplearon ayudas audiovisuales (carteleras, material escrito y vídeos, entre otros).

Luego, cada recolector seleccionado para esta fase fue observado en el campo, operando con el método propuesto, y se corrigió en la ejecución de los movimientos. Este proceso se realizó durante cinco jornadas, en terreno con pendiente superior al 70%. Con la información obtenida de las variables asociadas a los indicadores de la actividad, en cada jornada, se construyeron las curvas de aprendizaje. El procedimiento para obtener estas variables fue el mismo que se describió en las pruebas operativas de la fase 1.

Al final de las cinco jornadas se verificó si los operarios alcanzaron los siguientes criterios:

Eficiencia: Rendimientos iguales o superiores a los presentados por Vélez *et al.* (13), para el método mejorado de la recolección.

Tabla 1. Clasificación del Test de Cooper, por categoría, de acuerdo con la edad, sexo y metros recorridos.

Categoría	Edades							
	Menor de 30 años		De 30 a 39 años		De 40 a 49 años		Más de 50 años	
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer
Muy malo	< 1.610	< 1.530	< 1.530	< 1.370	< 1.370	< 1.285	< 1.285	< 1.045
Malo	1.610 – 2.009	1.530 – 1.849	1.530 – 1.849	1.370 – 1.689	1.370 – 1.689	1.285 – 1.609	1.285 – 1.609	1.045 – 1.369
Regular	2.010 – 2.414	1.850 – 2.254	1.850 – 2.254	1.690 – 2.089	1.690 – 2.089	1.610 – 2.009	1.610 – 2.009	1.370 – 1.889
Bueno	2.415 – 2.819	2.255 – 2.659	2.255 – 2.659	2.090 – 2.494	2.090 – 2.494	2.010 – 2.414	2.010 – 2.414	1.890 – 2.170
Excelente	> 2.820	> 2.660	> 2.660	> 2.495	> 2.495	> 2.415	> 2.415	> 2.170

Tomado de: www.fcmax.com/herramientas/cooper.asp

Tabla 2. Valores normales del cuadro hemático de acuerdo con el sexo.

Componente	Unidad	Hombres	Mujeres
Hemoglobina	g/dl	13,5 – 18,0	12,0 – 16,5
Leucocitos	Mm ³	6.000 – 8.000	6.000 – 8.000
Hematocrito	---	40 – 54	46 – 47

Tomado de: <http://www.medicentro.com.co/Laboratorio.htm>

Calidad: Porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada inferior al 2,5%.

Eficacia: Menos de 5 frutos maduros dejados por planta.

Pérdidas: Menos de 5 frutos totales dejados en el plato del árbol.

Como este resultado no se alcanzó en las primeras cinco jornadas, se amplió la capacitación en dos jornadas. Una vez terminada la fase de capacitación, se procedió a evaluar el método propuesto.

Fase 3. Evaluación del método propuesto. Para la evaluación de este método de recolección se llevaron a cabo las siguientes actividades:

En el lote a trabajar, se asignó la mitad al grupo capacitado, para que cada operario realizara la labor de recolección con el método

propuesto (método de recolección 1), durante una jornada. Simultáneamente, en la otra mitad del lote, los operarios no capacitados, trabajaron con el método tradicional de recolección (método de recolección 2). Durante cada jornada de trabajo y por tratamiento se registró la siguiente información: kilogramos de café recolectados, tiempo invertido (duración) en diez árboles seleccionados aleatoriamente, número de frutos maduros dejados en el árbol, número de frutos maduros, verdes y pintones dejados en el suelo después del proceso (tomadas en diferentes momentos de la jornada), en tres muestras compuestas de un kilogramo de café recolectado, cada una, y los gramos de frutos verdes presentes.

Con esta información se generaron las variables kilogramos de café recolectado por unidad de tiempo, asociadas a los indicadores, eficiencia, eficacia, pérdidas y calidad, respectivamente. Con estas variables

se estimaron los promedios de cada método de recolección y se compararon mediante pruebas de t al 5%. frutos maduros sin desprender, frutos dejados en el suelo y porcentaje de frutos verdes en la masa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los participantes en esta investigación habitaban en el municipio de Chinchiná y sabían leer y escribir; el 88,9% eran solteros, el 44,5% manifestaron tener un hijo, pero sólo la mitad de estos últimos aportaba económicamente para su sostenimiento. El 55,5% de los participantes realizaba alguna actividad deportiva, el mismo porcentaje confesó ingerir con frecuencia bebidas alcohólicas y sólo un operario fumaba.

Fase 1. Los resultados de la prueba de Cooper mostraron que todos los recolectores estuvieron en la categoría regular. Para la prueba de agilidad se presentó una calificación

entre 102 y 117 frutos de café maduro seleccionado (Tabla 3). Vélez *et al.* (13) encontraron una calificación aproximada de 117 frutos maduros en esta prueba, para recolectores con rendimiento operativo entre 12 y 16 kg/h café cereza, con un porcentaje de desprendimiento de frutos maduros entre 96% y 97% y con pérdidas entre 2,0% y 2,5%.

Sólo el operario 7 presentó resultados para la hemoglobina y hematocrito por debajo de los límites considerados como normales (Tabla 3).

En la caracterización operativa de los recolectores, al ejecutar el método tradicional, la prueba de Duncan al 5% (Tabla 4), mostró diferencias para la variable kilogramos de café recolectado por hora, asociada el indicador de eficiencia, entre los operarios 2, 5 y 6 frente al operario 8, a favor de los primeros. Este resultado puede obedecer a que los árboles cosechados por aquellos,

Tabla 3. Resultados de las pruebas de aptitud física, para cada operario.

Operario	Edad	Agilidad	Resistencia física		Cuadro hemático		
			Distancia (m)	Categoría	Hemoglobina (g/dl)	Hematocrito	Leucocitos (mm ³)
1	30	117	2.055,4	Regular	16,0	50	6.000
2	28	112	2.315,8	Regular	14,0	47	10.000
3	24	113	2.229,7	Regular	16,0	49	7.000
4	17	111	2.401,5	Regular	17,0	49	6.500
5	35	109	2.130,0	Regular	18,0	50	5.600
6	45	113	1.722,6	Regular	16,3	48	7.000
7	39	119	2.131,2	Regular	11,5 *	35*	7.200
8	47	102	1.980,4	Regular	14,6	45	6.800
9	50	89	1.698,8	Regular	16,0	47	8.000

*Valor por debajo de los límites considerados como normales.

Tabla 4. Promedio y coeficiente de variación, para las variables kilogramos de café cosechado por árbol y porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada, para cada operario.

Operario	kilogramos de café recolectado por hora (Eficiencia)		Porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada (Calidad)	
	Promedio	C.V. (%)	Promedio	C.V. (%)
1	9,03 cd	16,29	0,86 b	55,38
2	11,13 a	6,95	1,56 a	21,23
3	9,66 bc	4,72	1,34 a	26,15
4	9,37 bcd	8,94	1,38 a	21,78
5	10,21 abc	2,54	1,40 a	22,71
6	10,36 ab	6,52	1,38 a	30,21
7	8,41 d	13,69	0,85 b	52,94
8	5,59 e	13,32	0,71 bc	47,94
9	8,35 d	11,14	0,55 c	59,49

presentaron un mayor promedio de café maduro por recolectar, disminuyéndose el tiempo empleado en operaciones de búsqueda y transporte. Adicionalmente, estos operarios presentaron una agilidad con calificación superior a 108 (Tabla 3).

La prueba de Duncan al 5%, con la variable porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada, asociada al indicador de calidad, mostró diferencias a favor de los operarios 1, 7, 8 y 9, quienes a su vez, cosecharon árboles con mayor promedio de carga de café maduro (Tabla 4). Todos los operarios presentaron un porcentaje medio de frutos verdes en la masa cosechada inferior al 2,5%, cuatro de ellos menores de 1,0% (Tabla 4).

Los operarios fueron igualmente eficaces en la recolección. En la variable frutos dejados en el suelo, el operario 2 presentó el mayor porcentaje medio (Tabla 5).

De los nueve operarios que participaron en esta evaluación, fue descartado el 7,

dado que presentó valores de hemoglobina y hematocrito, por debajo de los límites considerados como normales y se retiraron voluntariamente dos (operarios 8 y 9). Por lo tanto, el grupo 1 estuvo conformado por los operarios 1, 4 y 5, y el grupo 2 estuvo conformado por los operarios 2, 3 y 6, de tal manera que el homólogo del operario 3 (grupo 2), fue el operario 4 (grupo 1), ya que obtuvieron una diferencia de dos puntos en la prueba de agilidad y sus desempeños operativos estadísticamente iguales para todos los indicadores; al operario 5 (grupo 1), le correspondió como homólogo el operario 6 (grupo 2), por tener una diferencia de cuatro puntos en la prueba de agilidad e igualdad estadística en los indicadores operativos.

Para los operarios 1 y 2, se presentó una diferencia de cinco puntos en la prueba de agilidad y difirieron estadísticamente en las pruebas operativas, sin embargo, por la disposición de tiempo, se prosiguió con estos operarios para la siguiente fase. En la Tabla 6, se ilustra para cada grupo, el mínimo y máximo observados, de cada una de las

Tabla 5. Promedio y coeficiente de variación para las variables porcentaje de frutos maduros desprendidos, número de frutos maduros dejados en el árbol, proporción de frutos dejados en el suelo y número de frutos dejados en el suelo, para cada operario.

Operario	Proporción de frutos maduros desprendidos		Número de frutos maduros dejados en el árbol		Proporción de frutos dejados en el suelo		Número de frutos dejados en el suelo	
	Promedio	C.V.(%)	Promedio	C.V.(%)	Promedio	C.V.(%)	Promedio	C.V.(%)
1	97,29 ab	2,23	6,3	54,84	2,60 ab	51,54	7,30	83,64
2	98,02 a	1,11	8,0	47,58	3,20 a	45,96	5,38	59,36
3	97,84 ab	1,60	6,6	58,94	2,64 a b	56,11	5,60	74,81
4	97,88 ab	1,08	6,9	44,64	2,82 ab	44,56	5,70	51,39
5	98,10 a	1,05	6,8	49,09	2,76 ab	44,86	5,06	54,66
6	97,88 ab	1,24	6,8	47,05	2,76 ab	47,75	5,96	59,10
7	97,20 ab	1,75	7,4	80,52	2,98 ab	73,48	7,80	63,32
8	96,80 ab	3,31	5,9	86,29	2,42 b	77,46	8,36	93,80
9	96,92 ab	2,36	7,4	57,99	2,96 ab	55,01	8,62	74,55

Letras no comunes implican diferencia estadística entre operarios, según prueba de Duncan al 5%.

Tabla 6. Mínimos y máximos observados de la edad y de cada una de las características asociadas a las pruebas de aptitud física en cada grupo. Fase 1.

Característica	Grupo 1		Grupo 2	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Edad	17	35	24	45
Agilidad	109	117	112	113
Resistencia	Regular	Regular	Regular	Regular
Hemoglobina (g/dl)	16	18	14	16,3
Hematocrito	49	50	47	49
Leucocitos (mm ³)	5.600	6.500	7.000	10.000

características asociadas a las pruebas de aptitud física, y en la Tabla 7 el promedio por grupo operario, de las características asociadas a las pruebas operativas, en las cuales los dos grupos fueron iguales en su desempeño, según prueba t al 5% (Tabla 7).

Se seleccionó aleatoriamente el grupo 1, para estar capacitado en el método a evaluar (fase 2).

Fase 2. Durante las primeras dos jornadas de capacitación, los operarios manifestaron desagrado por el empleo de la “lengueta” colocada al canasto utilizado para almacenar temporalmente el café recolectado, argumentando que al agacharse a recoger los frutos del suelo ésta les golpeaba el rostro. Sin embargo, al finalizar las siete jornadas programadas, la percepción de los recolectores cambió, debido a que retenía

gran parte los frutos que desprendían y, por lo tanto, durante las jornadas disminuía el tiempo dedicado a recoger los frutos del suelo. En cuanto a los movimientos que componen el método mejorado, aunque los recolectores manifestaron disposición a aceptarlos, se observó que de manera involuntaria omitían su realización. Al finalizar esta fase, los recolectores corrigieron esta situación.

En el transcurso de la capacitación, la carga de café maduro disponible en los árboles fue inferior a 0,5 kg e igual estadísticamente para todos los operarios, según la prueba de Duncan al 5%.

Los registros de cada operario para el número de frutos dejados en el suelo (asociado al indicador pérdidas) y número de frutos maduros dejados en el árbol (asociado al indicador eficacia), durante las siete jornadas correspondientes al período de capacitación, se ilustran en la Tabla 8. A partir de esta información se construyeron las curvas de aprendizaje por operario.

En las jornadas 1, 4, 5 y 6, los tres operarios tuvieron el mismo desempeño respecto a la variable asociada al indicador de eficacia, fluctuando entre 3,9 y 6,3 frutos maduros dejados por árbol; en la última jornada, dos de los operarios dejaron en promedio 3 frutos maduros en el árbol, mejorando cada

uno de ellos su desempeño en este indicador respecto a la segunda jornada, según prueba *t* al 5% (Tabla 8).

La evolución del número de frutos maduros dejados en el árbol (Figura 4), muestra que el operario 1 inicia esta fase dejando en promedio 6,3; en la segunda jornada, el operario 1 dejó más frutos maduros sin desprender llegando a 9,3 frutos por árbol, esto pudo obedecer a que ese día se presentó una lluvia intensa, que dificultó la visibilidad de los frutos e impidió la realización de movimientos ordenados.

En los días siguientes el operario 1 mejoró progresivamente hasta dejar en el árbol, en la última jornada de capacitación, en promedio 3,2 frutos de café maduro por árbol, inferior a 5, máximo propuesto por Bustillo (2), para facilitar el manejo integrado de la broca; mientras que los operarios 4 y 5, al inicio del período de capacitación, cumplieron con el criterio propuesto por Bustillo (2). Al final, sólo dos operarios cumplieron con el criterio de normalización del desempeño de los recolectores.

Para la variable asociada al indicador de pérdidas (Figura 5), los operarios tuvieron el mismo desempeño hasta la sexta jornada, en el número medio de frutos dejados en el suelo por árbol. El operario 1 inició

Tabla 7. Promedio y coeficiente de variación, en cada grupo, de las características asociadas a las pruebas operativas. Fase 1.

Característica	Grupo 1		Grupo 2	
	Promedio	C.V. (%)	Promedio	C.V. (%)
Kilogramos recolectados por hora	9,54	11,0	10,38	8,3
Frutos dejados en el suelo	6,70	14,1	7,16	21,3
Frutos maduros dejados por árbol	6,02	29,1	5,64	27,5
Porcentaje de verdes recolectados	1,21	30,1	1,42	12,2

Tabla 8. Promedio y coeficiente de variación, para el número de frutos dejados en el árbol y en el suelo, por operario y jornada.

Jornada	Operario	Número de frutos maduros dejados en el árbol		Número de frutos maduros dejados en el suelo	
		Promedio	C.V. (%)	Promedio	C.V. (%)
1	1. LAU GOM	6,3 a	66,11	7,5 a	44,11
	4. JHO ACE	4,5 a	58,56	6,5 a	41,82
	5. GUI MUÑ	4,5 a	43,12	8,5 a	53,55
2	1. LAU GOM	9,3 a	46,19	8,9 a	45,08
	4. JHO ACE	5,3 b	50,35	6,7 a	33,78
	5. GUI MUÑ	7,5 ab	27,58	6,1 a	41,94
3	1. LAU GOM	6,8 a	33,10	7,3 a	47,03
	4. JHO ACE	4,4 b	51,60	5,8 a	34,29
	5. GUI MUÑ	5,2 ab	44,23	8,0 a	47,87
4	1. LAU GOM	5,5 a	34,55	6,0 a	51,52
	4. JHO ACE	5,0 a	43,20	6,7 a	37,26
	5. GUI MUÑ	5,3 a	44,52	6,5 a	76,49
5	1. LAU GOM	5,1 a	37,49	5,9 a	44,09
	4. JHO ACE	4,8 a	74,66	8,5 a	50,30
	5. GUI MUÑ	5,1 a	35,14	8,4 a	38,96
6	1. LAU GOM	4,5 a	53,67	9,4 a	53,12
	4. JHO ACE	4,7 a	50,20	5,8 a	63,37
	5. GUI MUÑ	3,9 a	50,49	5,5 a	77,26
7	1. LAU GOM	3,2 b	79,06	13,6 a	47,93
	4. JHO ACE	3,3 b	78,31	7,1 b	38,97
	5. GUI MUÑ	6,3 a	28,05	5,6 ab	38,76

En cada jornada y para cada variable, letras no comunes indican diferencias de promedios entre operarios, según prueba de Duncan al 5%.

la capacitación dejando en promedio 7,5 frutos de café en el suelo, para la segunda jornada este número se incrementó a 8,9. A partir de esta jornada y hasta la quinta, el registro fue de 6,0 frutos. En la sexta y séptima jornadas, se observó que el operario dejó más frutos en el suelo (en su mayoría verdes), que en los días anteriores. Este resultado pudo deberse a que el porcentaje de maduración en el árbol era bajo y, en consecuencia, el operario desprendió una mayor cantidad de frutos verdes que posteriormente, posiblemente arrojó al suelo. Los operarios 4 y 5 presentaron menor promedio en la última jornada de trabajo.

De acuerdo con la variabilidad y la prueba de t, al 5%, en la cuarta jornada, los tres operarios, cumplieron con lo recomendado por Bustillo (2), para el manejo integrado de la broca, al dejar en promedio, estadísticamente, cinco frutos en el suelo, y este mismo resultado lo presentó el operario cinco en la última jornada. En las demás jornadas, al menos uno de ellos lo cumplió, excepto en la jornadas 3 y 6, que lo cumplieron los operarios 1 y 4. Por lo tanto, el criterio a considerar para definir si el recolector se encontraba normalizado, en lo referente a esta variable, no se cumplió debido a que los recolectores no tienen la costumbre

de recoger los frutos verdes que se caen al suelo.

Respecto a la variable porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada, asociada al indicador de calidad, en cada una de las jornadas, los tres operarios presentaron el mismo promedio (Tabla 9).

Durante todas las jornadas, para cada operario, el valor máximo observado no excedió el 2,0% de frutos verdes en la masa cosechada, inferior al máximo permitido para no afectar la calidad del café en taza, cuando no se retiran durante el proceso de

beneficio (11). Estos resultados son atribuibles a la supervisión en el campo y al hábito de recolectar principalmente frutos maduros (Figura 6).

En la etapa de capacitación (fase 2), los operarios presentaron eficiencias entre 9,5 y 18,3 kg de café recolectado por hora (Tabla 9), y descriptivamente, en general, los operarios incrementaron la cantidad de café recolectado con el transcurrir de las jornadas, destacándose el operario 1, que pasó de recolectar 11,4 kg.h⁻¹ en el primer día a 18,3 kg.h⁻¹, al final del ciclo de capacitación (Figura 7).

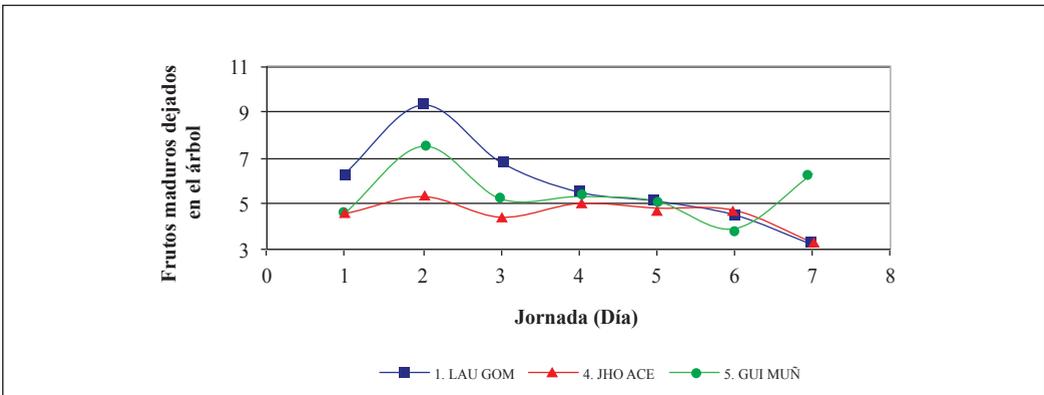


Figura 4. Comportamiento de la variable frutos maduros dejados en el árbol, asociada al indicador de eficacia, para cada operario, durante las jornadas de capacitación.

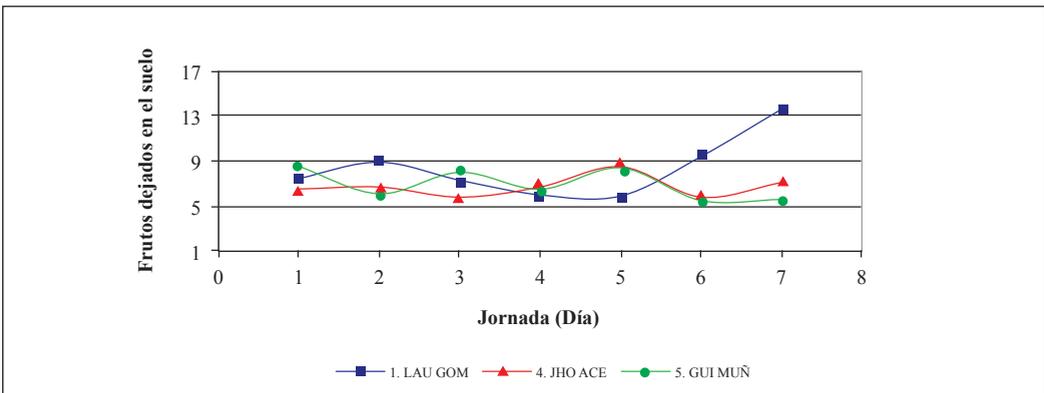


Figura 5. Comportamiento de la variable frutos dejados en el suelo, asociada al indicador de pérdida, para cada operario, durante las jornadas de capacitación.

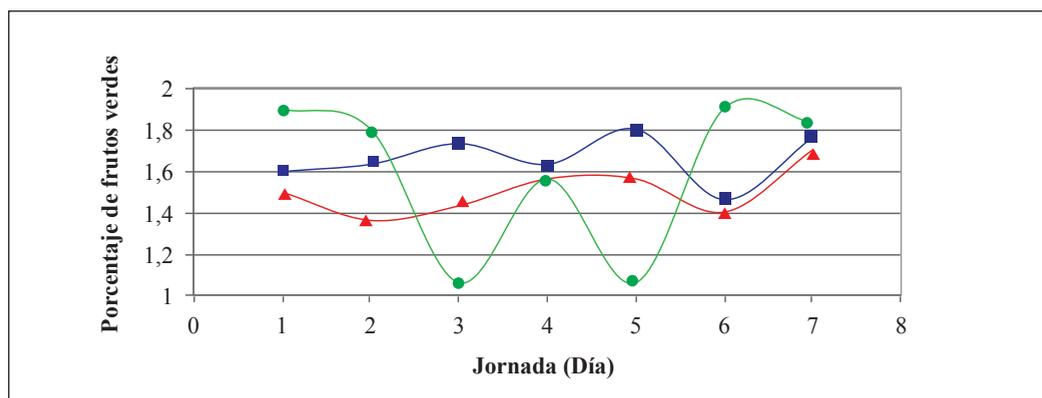


Figura 6. Comportamiento de la variable porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada, para cada operario, durante las jornadas de capacitación. Fase 2.

Tabla 9. Promedio y coeficiente de variación para el porcentaje de frutos verdes en el café recolectado, y kilogramos de café recolectado por hora, por jornada y operario. Fase 2.

Jornada	Operario	Kilogramos de café recolectado por hora	Porcentaje de frutos verdes en el café recolectado	
			Promedio	C.V.(%)
1	1. LAU GOM	11,4	1,60 a	9,12
	4. JHO ACE	10,0	1,50 a	25,46
	5. GUI MUÑ	12,3	1,90 a	62,42
2	1. LAU GOM	11,9	1,63 a	32,75
	4. JHO ACE	9,5	1,36 a	19,52
	5. GUI MUÑ	11,1	1,80 a	24,12
3	1. LAU GOM	13,0	1,73 a	32,88
	4. JHO ACE	10,6	1,43 a	37,12
	5. GUI MUÑ	10,0	1,06 a	23,52
4	1. LAU GOM	13,0	1,63 a	35,80
	4. JHO ACE	10,9	1,56 a	3,69
	5. GUI MUÑ	13,1	1,56 a	13,29
5	1. LAU GOM	16,7	1,80 a	31,13
	4. JHO ACE	12,0	1,56 a	20,38
	5. GUI MUÑ	12,8	1,06 a	22,53
6	1. LAU GOM	16,9	1,46 a	28,28
	4. JHO ACE	12,7	1,40 a	17,63
	5. GUI MUÑ	14,5	1,90 a	23,18
7	1. LAU GOM	18,3	1,76 a	9,62
	4. JHO ACE	13,7	1,70 a	37,55
	5. GUI MUÑ	15,0	1,83 a	42,48

Valores con letras no comunes implican diferencia estadística, según prueba de Duncan al 5%.

El rendimiento de los operarios durante la última jornada del período de capacitación, está comprendido en los intervalos de confianza reportados por Vélez *et al.* (13), para el método mejorado de la recolección. Estos resultados confirman que al final del período de capacitación, los operarios cumplieron con el criterio de normalización para la variable rendimiento, es decir, que igualaron o superaron los rendimientos reportados para el método mejorado.

En términos generales, como se puede apreciar en las curvas de aprendizaje, la mayoría de los casos no muestran una tendencia definida, ya que como se mencionó anteriormente, están afectadas por las características de la labor, aptitudes y mentalidad de los operarios. En cuanto al primer aspecto, hay que decir que en esta actividad, las características que pueden influir en el desempeño operativo como el estado del tiempo, el café disponible y su distribución espacial entre otras, varían de una jornada a otra; en lo que se refiere a las aptitudes que necesita un operario para desarrollar esta labor, se sabe que el personal de recolectores no es contratado de acuerdo a ningún criterio físico de selección y, por último, todos los recolectores no tienen

las mismas motivaciones personales. Estos factores, difíciles de controlar, pudieron ejercer algún efecto en el comportamiento de estas curvas.

Fase 3. Los promedios de rendimiento y frutos dejados en el suelo, con su respectivo intervalo, para cada método de recolección, se presentan en la Tabla 10. Se aprecia que en el grupo homólogo A, el operario 1 registró un promedio de frutos dejados en el suelo menor que el operario 2, según prueba t, al 5%. En el grupo B y C, no se presentaron diferencias para las dos variables.

El promedio de las variables frutos maduros sin recolectar y frutos verdes en el café cosechado, asociadas a los indicadores eficacia y calidad, respectivamente, fue igual para el operario que aplicó el método mejorado (evaluado), y aquel que aplicó el método tradicional (Tabla 11), en cada uno de los grupos homólogos, de acuerdo con la prueba t, al 5%.

De acuerdo con estos resultados, no fue corroborada la hipótesis de investigación: “Con el método de recolección propuesto, en pendientes superiores al 70%, se mejoran los

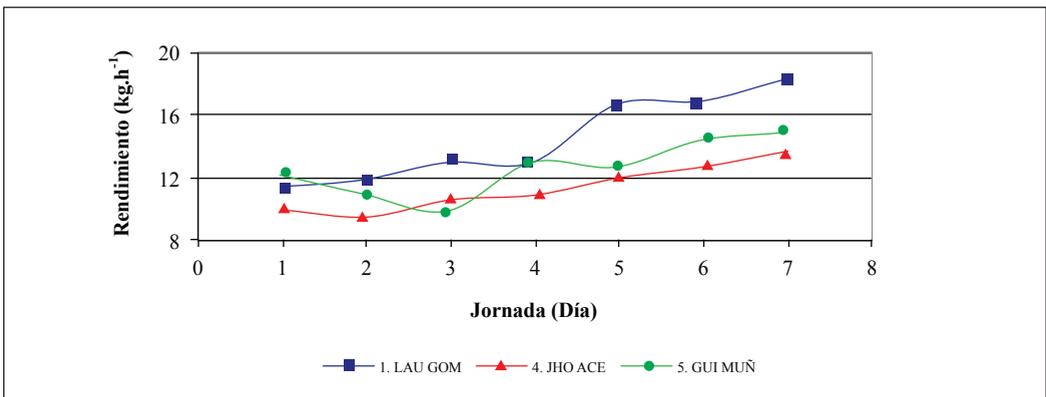


Figura 7. Comportamiento de la variable kilogramos de café recolectado por hora, para cada operario, durante las jornadas de capacitación. Fase 2.

Tabla 10. Promedios de las variables rendimiento y número de frutos dejados en el suelo, por operario, en la evaluación del método.

Grupo	Operario	Método	Carga (kg/árbol)	Rendimiento (kg/h)			Frutos dejados en el suelo		
				Promedio	LI	LS	Promedio	LI	LS
A	1. LAU GOM	Mejorado	0,27	15,37	11,37	19,36	6,68	5,99	7,37
	2. JAM CAS	Tradicional	0,27	13,15	9,59	16,72	7,55	6,84	8,27
B	3. MOI GOM	Tradicional	0.42	13,78	11,85	15,71	7,68	6,83	8,53
	4. JHO ACE	Mejorado	0.42	13,78	11,83	15,73	7,05	6,51	7,59
C	5. GUI MUÑ	Mejorado	0.35	15,63	13,32	17,94	6,53	5,31	7,75
	6. HEC REY	Tradicional	0.35	14,63	10,65	18,61	7,66	6,47	8,86

Tabla 11. Promedios de las variables número de frutos dejados en el árbol y porcentaje de frutos verdes en el café cosechado, en la evaluación operativa del método.

Grupo	Operario	Método	Frutos maduros sin recolectar/árbol			Frutos verdes en el café cosechado (%)		
			Promedio	LI	LS	Promedio	LI	LS
A	1. LAU GOM	Mejorado	6,58	5,80	7,36	1,64	1,45	1,82
	2. JAM CAS	Tradicional	7,31	6,70	7,92	1,53	1,29	1,77
B	3. MOI GOM	Tradicional	5,77	5,14	6,39	1,52	1,30	1,74
	4. JHO ACE	Mejorado	5,57	4,91	6,22	1,60	1,39	1,81
C	5. GUI MUÑ	Mejorado	7,03	5,78	8,27	1,55	1,10	2,00
	6. HEC REY	Tradicional	6,80	6,08	7,51	1,43	1,20	1,66

indicadores de eficiencia, calidad y pérdidas”, es decir, en términos generales, se observó que sólo un operario mejoró en el indicador de pérdidas (frutos dejados en el suelo).

En conclusión, con la aplicación del método propuesto en esta investigación para cosechar café en terrenos con pendiente superior al 70% no se mejoraron los indicadores eficiencia, eficacia, calidad y pérdidas con relación al método tradicional.

LITERATURA CITADA

1. BARNES, R.M. Estudio de movimientos y tiempos. 5. ed. Madrid : Aguilar, 1966. 746 p.
2. BUSTILLO P., A.E.; CÁRDENAS M., R.; VILLALBA G., D.A.; BENAVIDES M., P.; OROZCO H., J.; POSADA F., F.J.. Manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. Chinchiná : CENICAFÉ, 1998. 134 p.
3. DÍAZ G., D.; RAMÍREZ G., C.A.; OLIVEROS T., C.E.; MORENO C., E.L. Cosecha de café con el equipo

- STIHL SP-81 de actuadores oscilantes. Cenicafé 60(1):41-57. 2009.
4. ISAZA G., L.E.; MONTOYA R., E.C.; VÉLEZ Z., J.C.; OLIVEROS T., C.E. Evaluación de la concentración de los frutos maduros de café empleando técnicas no selectivas de recolección manual. Cenicafé 57(4):254-287. 2006.
 5. LONDOÑO H., D.; OLIVEROS T., C.E.; MORENO S., M.A. Desarrollo de una herramienta manual para asistir la recolección de café en Colombia. Cenicafé 53(2):93-105. 2002.
 6. 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.
 7. MARTÍNEZ R., R.A. Estudio de tiempos y movimientos de la recolección manual del café en condiciones de alta pendiente. Cenicafé 56(1):50-66. 2005.
 8. MONTOYA R., E.C. Disminución de los costos de recolección mediante la cosecha manual asistida: Enfoque teórico. p. 127-129. En: CENICAFÉ. Informe anual de actividades. Chinchiná: CENICAFÉ, 2001. 140 p.
 9. OLIVEROS T., C.E.; RAMÍREZ G., C.A.; BUENAVENTURAA., 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.
 10. ----- . Equipo portátil para asistir la cosecha manual de café. Universidad Nacional Facultad de agronomía. Revista Facultad Nacional de Agronomía 58(2):3003-3013. 2005.
 11. 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.
 12. RAMÍREZ G., C.A.; OLIVEROS T., C.E.; SANZ U., J.R.; ACOSTA A., R.; BUENAVENTURA A., J.D. Desgranador mecánico portátil para la cosecha del café: Descafé. Cenicafé 57(2):122-131. 2006.
 13. VÉLEZ Z., J.C.; MONTOYA R., E.C.; OLIVEROS T., C.E. Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento de la cosecha manual del café. Chinchiná : CENICAFÉ, 1999. 91 p. (Boletín Técnico No. 21).
 14. VILLEGAS B., M.J.; MONTOYA R., E.C.; VÉLEZ Z., J.C.; OLIVEROS T., C.E. Desempeño de los recolectores de café según la altura de la plantación. Cenicafé 56(1):19-36. 2005.