

# EVALUACIÓN DE UN DISPOSITIVO MANUAL EN LA RECOLECCIÓN DE FRUTOS DE CAFÉ CAÍDOS AL SUELO

Carlos Eugenio Oliveros Tascón\*; Rubén Darío Medina Rivera\*\*, Carlos Alfonso Tibaduiza Vianchá\*

---

**OLIVEROS T., C. E.; MEDINA R., R. D.; TIBADUIZA V. Evaluación de un dispositivo manual en la recolección de frutos de café caídos al suelo. Revista Cenicafé 65 (2):33-41. 2014**

La recolección de frutos de café que caen al suelo por razones involuntarias, es una práctica agronómica efectiva para el control de la broca del café (*Hypothenemus hampei*). Se evaluó un dispositivo de accionamiento manual en la recolección de frutos de café presentes en el plato del árbol. Los ensayos se realizaron en la Estación Central Naranjal, en lotes de café Variedad Castillo®, de 2 y 3 años, con distancias de siembra de 1,0 x 2,0 m y 1,5 x 1,5 m, con dos tallos por árbol, en terrenos con pendiente de 0% a 15%. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar en arreglo factorial, donde los operarios constituyeron el bloque y los factores fueron el estado del plato del árbol (con hojarasca y limpio) y el número de frutos en el suelo por árbol (3, 6, 9, 12 y 15 frutos por sitio). La variable de respuesta fue el porcentaje de frutos recogidos del suelo y como variable complementaria el tiempo (s) empleado para la recolección, por árbol. Los mejores resultados se obtuvieron con platos limpios, recogiendo un 83% de los frutos. El tiempo promedio empleado por árbol con el dispositivo varió de 4,6 s a 11,3 s, independientemente de la condición del plato y el número de frutos. El costo de recolección de frutos del suelo con la canastilla es de \$ 118.252 por hectárea, inferior al obtenido con el equipo Cifarelli V77S (\$ 248.662 por hectárea).

**Palabras clave:** Equipo, canastilla, broca, cosecha sanitaria.

---

## EVALUATION OF A MANUAL DEVICE TO COLLECT COFFEE BERRIES FALLEN ONTO THE GROUND

Retrieving coffee fruits that fall on the ground by unintentional reasons, is an effective agronomic practice to control the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*). A hand-operated device was evaluated in retrieving fallen coffee fruits beneath the trees. The tests were conducted at the Estación Central Naranjal, in 2 and 3-year-old plots of the Castillo® variety, planted at distances of 1.0 m x 2.0 m and 1.5 m x 1.5 m, with two stems per tree, on slopes between 0 and 15 %. It was used a randomized block statistical design, in a factorial arrangement, where operators were the block and the factors were the condition of the ground underneath the tree (with mulch and clean) and the number of fallen fruits (3, 6, 9, 12 and 15 fruits per site). The response variable was the percentage of fruits collected from the ground and the complementary variable was the time (s) spent per tree. The best results were obtained with a clean ground, picking up a mean of 83% of the fallen fruits. The average time required per tree with the device varied from 4.6 s up to 11.3 s, regardless of the condition of the ground and the number of fallen fruits. The mean cost of collecting fruits from the ground with the device was \$ 118.252 pesos/ha, much lower than the one obtained with the Cifarelli V77S (\$ 248.662 pesos/ha).

**Keywords:** Faltan las palabras clave.

---

\*Investigador Principal e Ingeniero Agrícola, respectivamente, Disciplina de Ingeniería Agrícola. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Manizales, Caldas, Colombia.

\*\*Investigador Científico I. Biometría. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Manizales, Caldas, Colombia.

La broca del café *Hypothenemus hampei* es la principal plaga que ataca el cultivo del café en Colombia. Su dinámica poblacional es afectada por la temperatura del lugar, siendo mayor en presencia de un evento climático de El Niño (3). En efecto, en investigaciones realizadas por Cenicafé (3) en un sitio localizado a una altitud de 1.280 m, se observó que en un lapso de 180 días de un solo fruto brocado en el suelo en un evento de La Niña se infestaron 150 frutos en el árbol, en tiempo Neutro 590 frutos y en temporada de El Niño 959 frutos. En tiempo normal, un fruto brocado incrementa el porcentaje de infestación en el árbol del 4,6% al 41,0% en un ciclo productivo, en plantaciones por debajo de 1.300 m de altitud.

Para contribuir al Manejo Integrado de la Broca (MIB) es importante que después de un pase de recolección el número de frutos maduros sin cosechar y los frutos presentes en el plato sean inferiores a cinco (2); sin embargo, generalmente en las fincas estos valores son superiores, variando la caída de frutos entre 5 y 50 por sitio (4, 5, 6) y los frutos maduros que no se recolectan entre 4 y 34 por árbol (4, 5). Un porcentaje importante de los frutos maduros que no se recolectan en el pase pueden estar atacados por la broca, los cuales sirven de refugio y alimento al insecto, permitiendo la infestación de los frutos sanos y el desarrollo de nuevas generaciones que posteriormente atacarán los frutos del árbol en la siguiente cosecha.

En labores diferentes a la recolección también se presenta desprendimiento involuntario de frutos. En promedio, en un año se realizan 30 labores en un lote de café, que incluye control de arvenses, fertilización, determinación de niveles de infestación de broca, recolección de café y la cosecha sanitaria o Re-Re (6).

La caída de frutos de café también puede presentarse por factores climáticos y por problemas fitosanitarios (1).

En la recolección de frutos de café caídos al suelo se han evaluado en Colombia tecnologías utilizadas en algunos países, para frutos de otros cultivos. Acosta (1) evaluó un equipo denominado “roller picker”, de accionamiento manual, empleado en España en la recolección de aceitunas y castañas. El equipo pesa 3,5 kg, consta de un rodillo de 14,0 cm de diámetro y 64,5 cm de longitud, con púas de acero en su superficie (4 púas/cm<sup>2</sup>) una bandeja de recolección y un peine encargado de la limpieza continua del rodillo. Los frutos son punzados y levantados al girar el rodillo y luego descargados en una bandeja colocada en la parte frontal del equipo. En promedio se recogió el 70,8% de los frutos de café presentes en los platos de los árboles, sin retirar la hojarasca. Los mayores inconvenientes para utilizar el equipo fueron la dificultad para desplazarlo en los platos de los árboles y los atascamientos causados por la hojarasca, que también es punzada y levantada por las púas del rodillo.

Acosta *et al.* (1) evaluaron tres equipos portátiles en cafetales de variedad Colombia, zoca de segunda cosecha, sembrados a 2,0 x 1,0 m y 1,5 x 1,0 m y pendiente de 0% a 100%. Los equipos eran una aspiradora de fabricación comercial, utilizada en castañas y aceitunas (Cifarelli V77S), y dos dispositivos diseñados por los autores, con succión neumática (denominado Asfrus) y de accionamiento manual (denominado RM). Con el equipo Cifarelli V77S el porcentaje de recolección de frutos del suelo varió entre 64,6% y 88,6%, para el Asfrus entre 75,3% a 94,0% y para el RM entre 65,7% a 82,4%. El tiempo empleado con los equipos evaluados fue de 8 a 20 s/

sitio para la Cifarelli V77S, de 10 a 19,2 s/sitio para la Asfrus y 10 a 19,2 s/sitio para el RM.

La máquina Cifarelli V77S fue evaluada posteriormente en fincas en los departamentos de Antioquia, Caldas, Cauca, Risaralda, Quindío y Valle del Cauca, en cafetales de variedad Colombia sembrados a 1,0 m x 1,0 m y 1,0 m x 2,0 m, pendiente de 0% a 150%, en lotes de 0,5 a 14 ha (7). Los resultados obtenidos fueron: capacidad de campo 0,17 a 1,7 ha/día; eficacia de recolección de 40% a 73%; costo de \$ 37.287 a \$ 262.730 por hectárea, incluyendo el costo de la mano obra, de operación, mantenimiento y depreciación del equipo. En el lote de 14 ha se recogieron 329,3 kg de café (23,5 kg/ha), con porcentaje de infestación de broca de 74% a 80%. Se estimó un promedio de 572.965 adultos de brocas vivas y de 2.117.335 de estados inmaduros de broca viva. El trazado de los surcos, la destreza de los operarios, la presencia de biomasa de otros cultivos intercalados o asociados al café y la edad del cultivo fueron los factores que más afectaron el desempeño y eficacia del equipo.

Para la recolección de frutos de café del suelo, en Brasil se utilizan máquinas para barrer y recoger el café de los platos y de la calle, mediante aspiración. Con estas máquinas se recoge el café que cae antes de la cosecha, que generalmente se retrasa hasta lograr que los árboles presenten máximo 20% de frutos verdes, y frutos que caen después del pase de cosecha mecanizada o con equipos portátiles. Estos equipos generalmente son remolcados en cafetales con pendiente inferior al 15%, con distancia entre surcos superior a 2,5 m, con tractor con potencia de 40 kW o más, el cual proporciona también la potencia requerida para la barredora y la aspiradora. Con

la barredora-aspiradora mecánica pueden recogerse frutos del suelo en 4,0 ha/día y por medios manuales 0,3 ha/día. Por su costo (mayor a USD 50.000/equipo), por las condiciones de pendiente y humedad del terreno, distancia entre surcos y área requerida para maniobrar en el lote, no son adecuados para las condiciones de fincas en Colombia (8).

En este artículo se presentan resultados obtenidos en la recolección de frutos de café caídos al suelo utilizando un dispositivo de accionamiento manual.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El equipo manual utilizado en la presente evaluación, denominado canastilla, se presenta en la Figura 1. Tiene forma elipsoidal, está construido en alambre de acero 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 cm y 7,23 cm, respectivamente. La canastilla está soportada en una estructura metálica ligera, que le permite girar sobre su eje mayor. Dispone de un mango en madera de 1,24 m de longitud para su manejo. Al pasarlo sobre los frutos, por su peso propio (1,15 kg) y la componente vertical de la fuerza ( $F$ ) aplicada por el operario al mango del equipo ( $F \cos \theta$ , siendo  $\theta$  el ángulo que forma el eje del mango del equipo con el piso) los alambres se separan por el efecto cuña para permitir el ingreso del fruto al interior de la canastilla. Una vez el fruto está en el interior de la canastilla su propio peso no es suficiente para volver a abrir los alambres, quedando así retenido. Los frutos recogidos con el dispositivo se descargan utilizando un gancho o vaciador para separar los alambres con mínimo esfuerzo y permitir que caigan fácilmente dentro de un recipiente recolector (Figura 1b).

La fuerza requerida, en Newton (N), para ingresar frutos al interior de la canastilla fue determinada en esta investigación (Figura 2), para los estados de verde, maduro, sobremaduro y seco, utilizando una máquina para deformación controlada INSTRON 5569, con velocidad de avance del cabezote de  $250 \text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$ , obteniendo valores de 1,97 N (c.v. 20,0%), 1,84 N (c.v. 38,4%), 3,84 N (c.v. 44,9%) y 3,11 N (c.v. 61,3%), respectivamente.

Para la evaluación de la eficacia del equipo, esta investigación se realizó en la Estación Central Naranjal, localizada en el municipio de Chinchiná (Caldas). Se dispuso de tres lotes experimentales, el primero, sembrado con Variedad Castillo® Naranjal de 3 años, dos ejes (o tallos) por sitio, con distancia entre árboles de 1,5 x 1,5 m y pendiente del terreno de 0% a 15%; el segundo sembrado con Variedad Castillo®, árboles de 3 años, dos ejes por

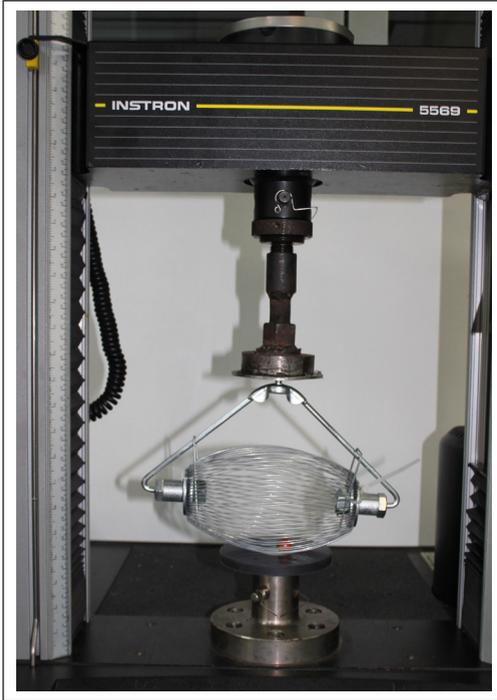


**Figura 1. a.** Dispositivo evaluado en la recolección de frutos de café del suelo, **b.** descarga de frutos de café recogidos.

sitio, distancia de siembra de 1,0 x 2,0 m y pendiente del terreno del 5%; el tercer lote, corresponde a una zoca de Variedad Castillo®, de 2 años, dos ejes por sitio, sembrados a 1,5 x 1,5 m, en terreno con pendiente del 10% al 20%.

En cada lote se evaluó la condición del suelo alrededor del tallo de la planta o plato del árbol (definida por el área de gotera del follaje), esto es: sin platear (cubierto con mulch y arvenses nobles) y plateada (cuando la base del planta

de café está limpia) y en cada una el número de frutos colocados en el suelo por árbol (3, 6, 9, 12 y 15 frutos/árbol). La unidad de trabajo estuvo conformada por el sitio o plato del árbol, y por cada condición y tratamiento se tuvieron 15 unidades, las cuales fueron asignadas a cada tratamiento (Tabla 1), de acuerdo al diseño experimental bloques completos al azar en arreglo factorial 2x5 (dos condiciones del lote x cinco cantidades de frutos) donde el factor de bloqueo fue el operario.



**Figura 2.** Empleo del equipo INSTRON 5569 en la determinación de la fuerza requerida para el ingreso de frutos de café al interior de la canastilla.

**Tabla 1.** Tratamientos evaluados

No.	Plato del árbol	No. frutos/plato
1	Sin plateo	3
2		6
3		9
4		12
5		15
6	Con plateo	3
7		6
8		9
9		12
10		15

Antes de aplicar los tratamientos, se recolectaron todos los frutos del suelo, garantizando que el sitio o plato del árbol quedara limpio de frutos.

Previo a la utilización del equipo se realizaron las siguientes actividades:

1. Descripción y capacitación a los operarios en el manejo del equipo.
2. Asignación aleatoria de los tratamientos en cada unidad experimental.
3. Colocación de los frutos en el plato del árbol de café, de acuerdo al tratamiento asignado (Figura 3a).
4. Recolección de los frutos con el dispositivo (Figura 3b). Se registró el tiempo empleado en hacer la labor de recolección por cada unidad experimental (variable complementaria).
5. Descargue de la masa recolectada por cada unidad experimental.
6. Limpieza de la masa recolectada y conteo de frutos recolectados (Figura 3c).
7. Recolección manual de frutos que no se recogieron con la canastilla, en cada sitio.

Con los registros del número de frutos recolectados y los frutos sin recoger con la canastilla, se obtuvo la variable de respuesta porcentaje de frutos recolectados con la canastilla.

### Análisis de la información

Con la variable de respuesta y la variable complementaria, se estimó para cada condición y tratamiento el promedio y el error estándar.

Con la variable de respuesta se realizó el análisis de varianza para el diseño bloques completos al azar en arreglo factorial 2x5 (condición del lote y número de frutos), al 5%, y se aplicó la prueba de comparación de promedios de diferencia mínima significativa al 5% y la prueba de comparación de promedios de Tukey al 5%.



**Figura 3.** Actividades realizadas en la evaluación de la canastilla. **a.** Colocación de frutos en el plato del árbol, según tratamiento, **b.** recolección de frutos y **c.** café recolectado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2, se presenta el promedio y el error estándar para la variable porcentaje de frutos recolectados con la canastilla, en los factores evaluados.

El análisis de varianza no mostró efecto ni de la interacción (condición del plato del

árbol por número de frutos) ni del factor número de frutos en el suelo, pero sí de la condición del plato (sin platear y plateado).

En la condición sin platear, el promedio de la variable de respuesta fluctuó entre los tratamientos (número de frutos) entre 43,7% y 54,8%, mientras que en la condición plateado el promedio varió entre 80,7% y 85,9% (Tabla 2).

La prueba de comparación de diferencia mínima indicó diferencia a favor de la condición plateado, es decir, con la canastilla se retiran más frutos del suelo, dado que no hay interferencia al utilizarla por el mulch (hojarasca) y las arvenses (Tabla 2).

En cuanto al tiempo empleado para recoger los frutos del suelo con la canastilla (variable complementaria), el tiempo promedio utilizado cuando se trabaja en un plato con hojarasca (condición sin platear), es de 9,54 s por sitio, con un error estándar de 0,24 s, mientras que cuando el plato está limpio el tiempo es de 8,22 s, diferencias estadísticamente significativas según prueba de diferencia mínima significativa al 5% (Figura 4a).

El tiempo empleado para recoger 12 y 15 frutos del suelo fue de 10,65 y 10,98 s, respectivamente, mayores a los empleados para recoger 9, 6 y 3 frutos, respectivamente (Figura 4b).

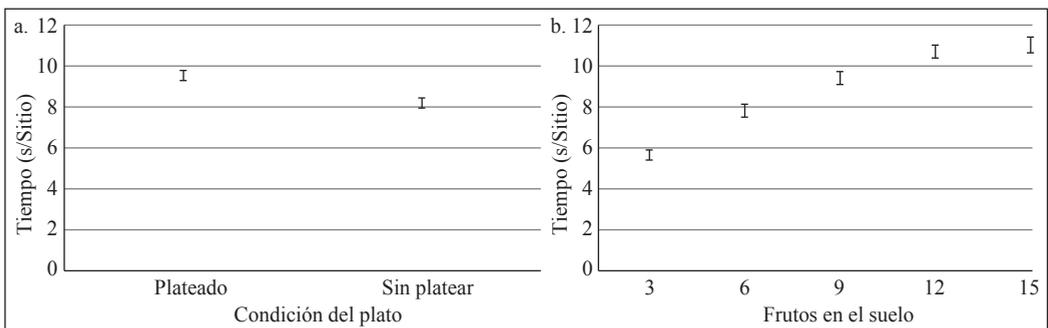
En la Tabla 3 se presentan los tiempos empleados por cada uno de los operarios (factor de bloqueo), de los cuales el operario dos, fue quien realizó la labor en menor tiempo por sitio, es decir, se logró la finalidad del diseño experimental aplicado.

Considerando el tiempo empleado en otras actividades como descargar los frutos recogidos a un recipiente y desplazarse entre

**Tabla 2.** Promedio y error estándar para el porcentaje de frutos recolectados con la canastilla para cada condición de la parcela y número de frutos en el suelo.

Número de frutos en el suelo	Condición del plato					
	Sin platear		Plateado			
	Promedio (%)	Error (%)	Promedio (%)	Error (%)		
3	54,1	5,73	85,9	2,89		
6	54,8	4,98	80,7	2,89		
9	50,6	4,84	85,4	2,20		
12	51,5	4,97	80,7	2,17		
15	43,7	4,63	82,5	1,80		
General	50,9	B	2,26	83,1	A	1,08

\*Para la condición de la parcela, letras distintas indican diferencias, según prueba diferencia mínima significativa al 5%



**Figura 4.** Promedio y error estándar para el tiempo de recolección de frutos con la canastilla según: **a.** la condición del plato y **b.** el número de frutos en el suelo.

**Tabla 3.** Promedios y error estándar (EE) para el tiempo de recolección de frutos y por sitio por operario.

Plato	Promedio	EE	Operario uno		Operario dos		Operario tres	
			Promedio	EE	Promedio	EE	Promedio	EE
Sin plateo	9,54	0,24	10,46	a 0,43	8,05	b 0,30	10,1	a 0,46
Con plateo	8,21	0,24	8,62	a 0,46	6,86	b 0,31	9,15	a 0,42

\*Para cada estado del plato, letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas, según prueba de Tukey al 5%.

árboles, en 8 horas efectivas de trabajo por jornada y en un lote con una densidad de 5.000 árboles/ha, con la canastilla un trabajador podría desplazarse por mínimo 2.526 árboles/jornada de trabajo; por lo tanto, para recoger los frutos en platos de café, en una hectárea, con densidad de 5.000 árboles/ha, se requieren dos jornales, resultado similar al observado con el equipo Cifarelli V77S (7).

El costo de recolección de frutos del suelo con la canastilla asciende a \$ 118.252 por hectárea, considerando un valor del dispositivo de \$ 200.000, vida útil de 500 h (teniendo en cuenta experiencias en otros países con este dispositivo) y valor del jornal actual \$ 55.126, incluyendo prestaciones sociales. Este valor es inferior (52,4%) al que se obtiene con el equipo Cifarelli V77S, \$ 248.662 por hectárea, considerando costos actuales

de equipo, mano de obra (con prestaciones sociales) y combustible (7).

A diferencia de equipos operados con motores de combustión interna, como el Cifarelli V77S, la canastilla no genera ruido, no emite gases de combustión, pesa menos y causa menos fatiga al operario a lo largo de la jornada de trabajo. Adicionalmente, es muy versátil para trabajar en cafetales en las distancias de siembra y condiciones topográficas colombianas. Para prolongar su vida útil debe tenerse cuidado en su operación y limpiarlo al final de la jornada de trabajo.

Algunas consideraciones que se han evidenciado en el trabajo con este equipo son:

- Los frutos localizados debajo del mulch son los de mayor dificultad para recoger con la canastilla.
- El peso de la canastilla es suficiente para introducir los frutos en su interior. Al aplicar el operario fuerza adicional

aumenta la separación de los alambres permitiendo el escape de frutos recogidos.

- Los frutos contenidos en la canastilla deben descargarse cuando su volumen sea máximo el 50% el volumen de ésta. Con ello disminuye el escape de frutos y el peso de la canastilla, que puede causar fatiga al operario.
- La recolección de frutos con la canastilla, se dificulta a una distancia inferior de 7,2 cm del tallo, como se observa en la Figura 5.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al señor José Lorenzo Muñoz S., de Jupiter's Nuts.com (Chile), por facilitar los equipos e información sobre su empleo en cultivos en Chile, al ingeniero Mauricio García Navarro y al personal de Cenicafé en Ingeniería Agrícola y en la Estación Central Naranjal por su colaboración en la realización de los ensayos.



**Figura 5.** Recolección de frutos con la canastilla en áreas cercanas al tronco del árbol de café.

## LITERATURA CITADA

1. ACOSTA A., R.; OLIVEROS T., C.E.; RAMÍREZ G., C.A.; SANZ U., J.R. Recolección de frutos de café caídos al suelo. *Cenicafé* 57(4): 312-319. 2006.
2. BUSTILLO P., A. E. 2002. El manejo de cafetales y su relación con el control de la broca del café en Colombia. Federacafé, Cenicafé, Chinchiná, Colombia. Boletín Técnico No. 24, 40p
3. CONSTANTINOC., L.M. La broca del café... un insecto que se desarrolla de acuerdo con la temperatura y altitud. *Brocarta* 39. Chinchiná, Cenicafé. 2010. P.1-2.
4. 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.
5. MARTÍNEZ R., R.A.; MONTOYA R., E.C.; VÉLEZ Z., J.C.; OLIVEROS T., C.E. Estudio de tiempos y movimientos de la cosecha manual del café en condiciones de alta pendiente. *Cenicafé* 56(1): 50-66. 2005.
6. OLIVEROS T., C.E.; ÁLVAREZ V., J.A.; RAMÍREZ G., C.A.; SANZ U., J.R.; MORENO C., E.; PEÑUELA M., A. Cosecha manual de café utilizando mallas plásticas. 2006, 8p. (Avances Técnicos N° 354).
7. OLIVEROS T., C.E.; LÓPEZ F., H.A.; RAMÍREZ G., C.A.; SANZ U., J.R.; BUSTILLO P., A. E. Recolección de frutos de café del suelo con la máquina Cifarelli V77S. 2010, 12p. (Avances Técnicos N° 394).
8. SILVA, F. Moreira de. Colheita mecanizada e seletiva do café. UFLA/FAEPE. Lavras, Minas Gerais (Brasil). 75p. 2004.