

# DISMINUCIÓN DEL COSTO UNITARIO DE LA COSECHA DE CAFÉ CON EL EMPLEO DE UN MÉTODO DE RECOLECCIÓN MANUAL ASISTIDO

Hugo A. López-Fisco\*; Carlos E. Oliveros-Tascón\*\*; César A. Ramírez-Gómez\*\*

## RESUMEN

**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.**

En la cosecha principal del año 2005, en la Subestación Experimental El Rosario (Venecia, Antioquia), se evaluaron la calidad y el efecto en el costo unitario de la recolección de café utilizando el raspador selectivo de café, Raselca III, en lotes de café var. Colombia, de segunda a sexta cosecha, con 1 y 2 tallos por sitio y densidades de siembra menores a 10.000 plantas/ha. Cada una de las cinco unidades experimentales estuvo constituida por 625 árboles. El tratamiento testigo fue la recolección manual tradicional. El promedio de la eficiencia de la cosecha con Raselca III fue de 11,0kg.h<sup>-1</sup> para tres pases de cosecha con un promedio de frutos inmaduros entre 2,9 y 8,1%. Con el testigo la eficiencia fue de 6,2kg.h<sup>-1</sup> para cinco pases, con promedios de frutos inmaduros entre 1,5 y 2,3%. El indicador eficacia varió entre 20 y 24 frutos/árbol para Raselca III, y entre 14 y 16 para el testigo. Las pérdidas estuvieron entre 11 y 13 frutos/árbol para el tratamiento Raselca III y entre 9 y 10 para el testigo. Con el Raselca III el costo unitario promedio de recolección se redujo en 16%. La calidad del café recolectado con Raselca III obtuvo cerca del 70% de las calificaciones aceptables para la calidad global en taza ( $\geq 6$ ).

**Palabras clave:** Café, raspador selectivo de café, eficiencia, eficacia, pérdidas, calidad, costos de recolección.

## ABSTRACT

In the main harvest of 2005, in the Experimental Station El Rosario (Venecia, Antioquia) the quality and effect of the unitary cost of coffee picking using the selective scraper of coffee fruits Raselca III, in lots of variety Colombia coffee from the second to the fifth harvest with 1 and 2 stems per site and sowing densities under 10,000 plants/ha were evaluated. Each of the five experimental units was made up by 625 trees. The control treatment was the traditional hand picking. The mean of the harvesting efficiency with Raselca III was 11.0kg.h<sup>-1</sup> for three harvest passes with an average of immature fruits between 2.9% and 8.1%. For the control treatment the efficiency was 6.2kg.h<sup>-1</sup> for five passes with an average of immature fruits between 1.5% and 2.3%. The effectiveness indicator varied between 20 and 24 fruits/tree for Raselca III, and between 14 and 16 for the control treatment. The losses were between 11 and 13 fruits/tree for the treatment Raselca III and between 9 and 10 for the control treatment. With Raselca III the average unitary cost of picking was reduced in 16%. The quality of the coffee picked with Raselca III obtained about 70% of the acceptable qualifications for the global cup quality ( $\geq 6$ ).

**Keywords:** Coffee, selective coffee scraper, efficiency, effectiveness, losses, quality, harvesting costs.

\* Ingeniero Agrícola. Profesional básico. Ingeniería Agrícola. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

\*\* Investigador Principal e Investigador Científico I, respectivamente. Ingeniería Agrícola. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

La herramienta Raselca III fue diseñada para incrementar la eficiencia operativa de la cosecha manual tradicional de café (4), especialmente para su uso por recolectores de bajo rendimiento (1, 5). El Raselca III posee ocho dedos de nylon, de 1,5cm de longitud y 2,32mm de diámetro, dispuestos radialmente en el interior de un tubo de PVC de presión, de 3” de diámetro externo y 5,3cm de diámetro interno.

Para favorecer la recolección de café con el Raselca III, acompañado del recipiente “Tico”<sup>1</sup>, se requieren pases de cosecha con alta carga y alta concentración de frutos maduros en los nudos, que permitan realizar desprendimientos masivos mediante el “ordeño” parcial o total de los frutos presentes en las ramas, disminuir algunos de los micromovimientos de la actividad (8) e incrementar el rendimiento operativo hasta en 100%, con relación a la cosecha tradicional (9). En general, en Colombia, es difícil encontrar estas condiciones debido a las diferentes ofertas ambientales que se presentan en las zonas cafeteras del país; sin embargo, es posible mejorar las condiciones para el uso de la herramienta si el tiempo entre pases de recolección se amplía (mayor número de días entre pases), lo que puede favorecer la acumulación de frutos maduros aptos para la cosecha.

El desarrollo de nuevas tecnologías para la cosecha junto con estrategias para su uso hacen parte de un conjunto de alternativas exploradas en Cenicafé (6), para reducir los costos unitarios de recolección de café en Colombia, que en la actualidad representan entre 35 y 42,5% de los costos totales de producción. Con este fin, el Raselca III ha

mostrado ser una alternativa promisorio para incrementar la eficiencia de recolección en operarios de bajo rendimiento (5). Por tanto, en esta investigación se evaluó la calidad y el efecto en el costo unitario de la recolección de café con la herramienta Raselca III y un método de cosecha asociado a su manejo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto se adelantó en la cosecha principal del año 2005 en el municipio de Venecia (Antioquia), en la Subestación Experimental El Rosario, ubicada a 1.635m de altitud y con un promedio de temperatura de 20,1°C. Se trabajó en cinco lotes, cada uno de 625 árboles, sembrados a libre exposición con *Coffea arabica* L. var. Colombia de cereza roja, de 2<sup>a</sup> a 6<sup>a</sup> cosecha y distancias de siembra de 1,0 x 1,0m y con pendiente moderada (entre 30 y 50%).

La evaluación operativa del Raselca III contempló dos fases. En la primera se entrenaron diez operarios y se seleccionaron cinco de ellos, y en la segunda se desarrollaron las pruebas en el campo.

**Fase 1.** A partir de las planillas de recolección de la Subestación para la cosecha principal del año 2004, se escogieron diez operarios (ocho mujeres y dos hombres) con un promedio de eficiencia de cosecha media y baja (datos históricos entre 65 y 45kg/jornada en épocas “pico” de cosecha para jornadas de trabajo de 7,5 horas, en promedio). Posteriormente, se capacitó al personal, durante cinco jornadas, en el manejo de la tecnología de recolección con la herramienta Raselca III. A partir de esta información se construyeron curvas de

---

<sup>1</sup> Recipiente plástico utilizado en Costa Rica para la recolección manual de café, con dimensiones en la boca de 50 x 45cm, volumen de 19L y capacidad máxima de 20kg.

aprendizaje para las variables kilogramos de café recolectados por unidad de tiempo (indicador de eficiencia) y porcentaje de café verde desprendido (indicador de calidad); las cuales permitieron observar los progresos de los operarios en la cosecha manual asistida y así, seleccionar a los cinco operarios (cuatro mujeres y un hombre), que tuvieron en promedio el menor porcentaje de café verde desprendido.

**Fase 2.** Las pruebas operativas de la tecnología se adelantaron con los cinco operarios seleccionados, y se emplearon los métodos de recolección manual tradicional (Testigo) y la recolección asistida con el Raselca III (Tratamiento Raselca III), de la siguiente forma:

**Recolección manual tradicional.** Se realizaron cinco pases con el “coco recolector” convencional, de la siguiente manera: el primero 16 días después del inicio de cosecha o “despunte”, y el segundo, el tercero y el cuarto después de 18, 20 y 22 días,

respectivamente. El tiempo empleado entre pases varió de acuerdo con el tiempo que tardó la cuadrilla de recolección en volver a pasar por todos los lotes de la finca y estuvo influenciado únicamente por el criterio utilizado para la administración de la cosecha. Para la evaluación de este sistema se contó con los cinco operarios restantes, del grupo de diez recolectores previamente seleccionados para operar la herramienta Raselca III. El grupo se caracterizó por que en general, eran provenientes de pueblos cercanos y en su mayoría mujeres cabeza de hogar.

**Recolección asistida con Raselca III.** Consistió en desprender con la herramienta aquellos frutos que por su ubicación en las ramas y por la alta concentración de la maduración fueran apropiados para su cosecha. De manera similar a la Fase 1 se empleó el recipiente “Tico” para almacenar temporalmente el café desprendido (Figura 1), el cual posee un área de captura de 1.518cm<sup>2</sup>, 85,5% mayor que el área de captura del “coco recolector” tradicional. Con este sistema se realizó el



**Figura 1.** a). Operaria entrenada para realizar la recolección con la herramienta RASELCA III; b). Herramienta Raselca III; c). Recipiente de recolección “Tico”.

primer pase de recolección 30 días después del primer graneado o “descuñe” y sin repase manual, el segundo pase se ejecutó después de 30 días y el tercero se realizó después de otros 30 días y se combinó con un repase manual, con el fin de desprender todo el café apto para cosechar.

A cada unidad experimental se le cosecharon y pesaron la totalidad de frutos maduros e inmaduros de 30 árboles para determinar la oferta de café maduro y el promedio del porcentaje de maduración en cada pase de recolección, para cada tratamiento.

Las variables evaluadas en las pruebas operativas se asociaron a los indicadores de eficiencia, pérdidas, eficacia, calidad de la recolección, factor de conversión cereza a pergamino, rendimiento en trilla y calidad en taza, de la siguiente manera:

**Eficiencia.** Este indicador se evaluó a través de la variable kilogramos de café recolectado por unidad de tiempo ( $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ ).

**Pérdidas.** Fueron evaluadas mediante la variable número de frutos dejados en el suelo por planta, para ello se contó el total de frutos dejados en el suelo en 45 árboles, seleccionados aleatoriamente de la unidad de trabajo cosechada.

**Eficacia.** Se evaluó mediante la variable número de frutos aptos para ser cosechados y que fueron dejados en el árbol luego del pase. Para este indicador se tomaron los mismos árboles donde se evaluó el indicador de pérdidas.

**Calidad de la recolección.** Se evaluó por medio de la variable porcentaje de frutos verdes presentes en la masa cosechada, de tal manera que por tratamiento, jornada y operario, del café recolectado se extrajo una muestra de café de un kilogramo.

**Factor de conversión café cereza a pergamino seco (FCCP).** Se determinó tomando una muestra de 15 kilogramos del café cereza recolectado por tratamiento, la cual se benefició tradicionalmente y se secó al sol; después se registró el peso del café pergamino seco obtenido y se relacionó con el peso del café cereza (FCCP).

**Factor de rendimiento en trilla (FRT).** Se cuantificó a partir de una muestra de 600g del café pergamino seco obtenido. La evaluación se realizó en la Cooperativa de Caficultores de Chinchiná.

**Calidad de la bebida.** El Panel Sensorial de Cenicafé, calificó las muestras de 400g en pergamino por pase y tratamiento, y para esta calificación se tuvieron en cuenta las siguientes características organolépticas: intensidad, aroma, acidez, amargo, cuerpo, dulzor e impresión global. Cada característica se calificó con un valor entre 1 y 9, así: 1 para las tazas de calidad más baja, y 9 para las tazas de calidad más alta.

**Costos de recolección.** Para determinar la disminución del costo de recolección con la tecnología se consideraron dos formas de pago para la recolección. La cosecha manual tradicional se remuneró por kilogramo de café recolectado (a destajo), mientras que con el Raselca III se pagó asignando el equivalente a un jornal de trabajo por ocho horas laboradas.

El análisis estadístico de las variables se realizó mediante el análisis de varianza y la prueba de comparación de medias con un nivel de confianza del 95%.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Fase 1. Entrenamiento y selección de los operarios

En esta fase no se incrementaron los valores promedios de la variable **kilogramos de café recolectados por hora** (eficiencia), pero los operarios aprendieron a realizar movimientos deseables en el árbol, en las ramas y en el surco, al realizar el desprendimiento con la herramienta Raselca III acompañada del recipiente de cosecha “Tico”. En las jornadas 2 y 3 se observaron los promedios más bajos para esta variable con respecto a las otras jornadas (Tabla 1).

Sólo en la primera jornada de entrenamiento, el **porcentaje de café verde** (calidad) de la muestra recolectada fue menor que el límite establecido por Puerta (7), quien recomienda que la cantidad de café inmaduro de una muestra de café cereza no debe superar el 2,5%, pues ocasiona tazas defectuosas. Los porcentajes de café verde en la segunda y la tercera jornada fueron ligeramente mayores, mientras que en las dos últimas jornadas se encontraron los valores más altos, resultados inesperados ya que se considera que a medida que el operario se familiariza con el manejo de la herramienta se podría obtener mejor calidad de recolección (Tabla 2).

## Fase 2. Pruebas de campo

Para las unidades recolectadas tradicionalmente (Testigo) se observó que la cosecha se concentró en su mayoría en los dos pases iniciales (3.051,8 y 1.954,8kg, respectivamente); para los pases 3 y 4 la oferta de frutos maduros fue menor (752,4, y 398,9 respectivamente).

El último pase de recolección se realizó en tres de las cinco unidades de trabajo, tanto para el sistema de cosecha manual tradicional como para el tratamiento de cosecha con el dispositivo Raselca III, debido a que no hubo una adecuada oferta de café maduro para aplicar los tratamientos.

**Tabla 1.** Promedios y límites de confianza para el café recolectado por hora (kg.h<sup>-1</sup>) en las jornadas de entrenamiento.

Jornada	Promedio	Intervalo (95%)	
		L. I.	L. S.
1	10,4	9,3	11,4
2	8,5	7,7	9,3
3	8,0	7,2	8,9
4	10,8	9,3	12,4
5	12,4	11,1	13,8

L. I.: Límite inferior, L. S.: Límite superior.

**Tabla 2.** Promedios y límites de confianza para el café verde recolectado (%) en las jornadas de entrenamiento.

Jornada	Promedio	Intervalo (95%)	
		L. I.	L. S.
1	1,8	1,3	2,4
2	3,5	2,4	4,5
3	3,8	1,8	5,8
4	7,7	4,2	11,3
5	6,1	4,0	8,2

L. I.: Límite inferior, L. S.: Límite superior.

Tanto la carga de café maduro como el porcentaje de maduración en los lotes cosechados mostraron diferencias significativas entre tratamientos, con mayores valores para los lotes cosechados con el Raselca III (Tabla 3).

De la información obtenida en la caracterización de los lotes recolectados puede mencionarse que para los lotes cosechados tradicionalmente la maduración se distribuyó en cinco pases importantes, y que al retrasar la entrada de los recolectores a los lotes con el tratamiento Raselca III, la cosecha se concentró en dos pases.

El promedio registrado para la variable **kilogramos de café recolectados/hora**

(eficiencia) para el testigo fue cercano a 6,2kg.h<sup>-1</sup> (equivalente a 49,6kg/jornada), valor estadísticamente menor en relación con el obtenido con el Raselca III, con un promedio de eficiencia operativa cercano a 11,0kg.h<sup>-1</sup> (88kg/jornada); estos valores promedios observados fueron superiores a los registrados, para el año 2004, por los mismos trabajadores en la finca (44,5kg/jornada) (Tabla 4).

Adicionalmente, los lotes recolectados con el tratamiento Testigo requirieron entre cuatro y cinco pases para cosechar un total de 3,5kg de café maduro por árbol, mientras que con el tratamiento Raselca III se requirieron entre dos y tres pases como máximo para recolectar hasta 4,3kg de café maduro por árbol.

El **porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada** (calidad) mostró diferencias significativas a favor de la recolección tradicional, con la cual se obtuvieron promedios entre 1,5 y 2,3%, con coeficientes de variación entre 37 y 75%, para los tres pases de cosecha efectuados. La recolección asistida con la herramienta Raselca III tuvo promedios que oscilaron entre 2,9 y 8,1% con coeficientes de variación entre 14,8 y 79,4% (Tabla 5).

En las jornadas de trabajo, el porcentaje de frutos verdes cosechados con la herramienta Raselca III asociada al indicador de calidad se incrementó entre los pases uno y tres. Es preciso tener en cuenta que la cantidad de frutos verdes que se desprenden en época de cosecha en una finca en Colombia

**Tabla 3.** Promedios e intervalos de confianza para la maduración (%) y la carga de café maduro (kg) para los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Maduración (%)			Carga de café (kg)		
	Promedio	Intervalo (95%)		Promedio	Intervalo (95%)	
		L. I.	L. S.		L. I.	L. S.
Manual tradicional	49,1 B	47,5	50,8	0,58 B	0,52	0,63
Raselca III	55,3 A	52,9	57,6	1,06 A	0,96	1,17

\*Promedios con letras distintas indican diferencia estadística al 5% según prueba de t.

**Tabla 4.** Promedios e intervalos de confianza para el café recolectado por hora (kg.h<sup>-1</sup>) con los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Eficiencia		
	Promedio	Intervalo (95%)	
		L. I.	L. S.
Manual Tradicional	6,2 B	5,7	6,8
Raselca III	11,0 A	10,2	11,9

\* Promedios con letras distintas indican diferencia estadística al 5% según prueba de t.

puede alcanzar valores por encima de los recomendados por Cenicafé (2,5%).

El **número de frutos dejados en el árbol** sin cosechar mostró diferencias significativas a favor de la recolección tradicional, con un promedio de 15 frutos en el árbol (Testigo), valor menor que el obtenido con el Raselca III, con el cual se dejaron en promedio 22 frutos. En ambos casos no se cumplió con las recomendaciones realizadas por Bustillo (2), quien para el Manejo Integrado de la Broca (MIB) sugiere que el número de frutos maduros no debe superar los cinco frutos dejados sin desprender por árbol (2) (Tabla 6).

Los promedios más altos se observaron en los primeros tres pases de recolección para

la cosecha manual tradicional, en los lotes de porte alto, en los cuales se dificulta la recolección; en estos casos los operarios deben inclinar la parte superior de las plantas con un implemento, adaptado por ellos mismos, compuesto por dos ganchos metálicos unidos mediante una cuerda. Esta práctica, aunque facilita el acceso a los árboles de porte alto, disminuye sustancialmente la eficiencia operativa de los recolectores e incrementa las pérdidas de café por caída al suelo. En la Figura 2, se observa un recolector inclinando un árbol del lote de quinta cosecha, para realizar el desprendimiento de los frutos. El análisis estadístico permitió corroborar que no existen diferencias significativas entre los pases de recolección para ambos tratamientos.

**Tabla 5.** Promedios y coeficientes de variación por pase para el café verde cosechado (%) con los tratamientos evaluados.

Pase	Tratamiento	Intervalo (95%)	
		Promedio	C.V.
1	Manual Tradicional	1,5 B	46,0
	Raselca III	2,9 A	79,4
2	Manual Tradicional	1,6 B	37,1
	Raselca III	5,0 A	37,0
3	Manual Tradicional	2,3 B	75,9
	Raselca III	8,1 A	14,8

\* Promedios con letras distintas indican diferencia estadística al 5% según prueba de t.

**Tabla 6.** Promedios y coeficientes de variación para el número de frutos dejados sin cosechar en el árbol (eficacia) con los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Promedio	Intervalo (95%)	
		L. I.	L. S.
Manual tradicional	15 B	14	16
Raselca III	22 A	20	24

\* Promedios con letras distintas indican diferencia estadística al 5% según prueba de t.



El promedio para la variable **número de frutos dejados en el suelo** mostró diferencias estadísticas entre tratamientos, debido a que con la cosecha manual tradicional se dejaron menos frutos que con el Raselca III. En ambos casos se superó la recomendación de Cenicafé para el MIB (2). En la Tabla 7 se observan los registros obtenidos para las pérdidas de café ocasionadas con los tratamientos de cosecha evaluados.

Se encontró que el promedio de frutos dejados en el suelo con el Raselca III en los dos primeros pases de cosecha, fue similar en todos los lotes; sin embargo, en el tercer pase de recolección, se observó que en los lotes de mayor edad hubo registros con valores mayores a los encontrados en los lotes jóvenes (de 2, 3 y 4ª cosechas).

En la Tabla 8 se presenta el resumen de los **costos** incurridos en la cosecha del café con el método tradicional. En los dos primeros pases de recolección se desprendió cerca del 79% del café producido (5.006kg) a un costo unitario de \$220 por kilogramo. El 21% del café restante (1.320kg) se desprendió en los tres pases siguientes y se pagó a \$200 por kilogramo; este valor obedeció al comportamiento del precio de recolección en la zona, como habitualmente sucede, por disponibilidad de mano de obra y oferta de café en los lotes (3). En síntesis, el promedio del costo del kilogramo de café recolectado tradicionalmente se pagó a \$216 en toda la cosecha y se recogió en tres pases importantes.



**Figura 2.** Secuencia del trabajo habitual realizado por un recolector para inclinar y cosechar un árbol de café de quinta cosecha.

**Tabla 7.** Promedio y coeficiente de variación para el número de frutos dejados en el suelo (pérdidas) con los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Promedio	Intervalo (95%)	
		L. I.	L. S.
Manual tradicional	9 B	9	10
Raselca III	12 A	11	13

\* Promedios con letras distintas indican diferencia estadística al 5% según prueba de t.



Los costos de la cosecha de café con el Raselca III se presentan en la Tabla 9.

La producción total de café de las unidades de trabajo asignadas a la herramienta Raselca III se recolectó en tres pases significativos. En el primer pase se cosechó cerca del 45% (2.434kg), con un costo unitario de \$186 por kg; el segundo pase representó cerca del 45% (2.442kg) con un costo de \$173,6 por kg y el 10% del café restante (544,6kg) se cosechó a \$196,8 por kg, con un promedio del costo unitario para toda la cosecha de \$181,5 por kilogramo.

Al tener en consideración los promedios de los costos unitarios obtenidos con los dos métodos de cosecha evaluados se logró reducir en promedio en 16% el costo unitario al cosechar con la tecnología Raselca III (Tabla 10).

Se observó que el promedio de los costos unitarios para la cosecha con el Raselca III presentó diferencias entre unidades de trabajo, en su mayoría en los lotes jóvenes (de 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> y 4<sup>a</sup> cosechas), donde se cosechó café con un costo unitario inferior a \$200 por kg. Por el contrario, en los lotes de mayor

**Tabla 8.** Costos de recolección en la cosecha de café con el método manual tradicional.

Pase de Recolección	Masa total (kg)	Tiempo de labores (h)	Costo unitario (\$/kg)	Costo total de la cosecha (\$)
1	3.051,8	340,5	220	671.396
2	1.954,8	276,3	220	430.056
3	752,4	156,3	200	150.480
4	398,9	90,8	200	79.780
5	169,0	32,1	200	33.800
<b>Total</b>	<b>6.326,9</b>	<b>896</b>	<b>216</b>	<b>1.365.512</b>

**Tabla 9.** Costos de recolección de café con el raspador selectivo de café, Raselca III.

Pase de Recolección	Masa total (kg)	Tiempo de labores (h)	Número de jornales	Costo del jornal	Costo unitario (Promedio)	Costo total de la cosecha
1	2.434,1	226,3	28,3	\$16.000	\$ 186	\$ 452.800
2	2.441,9	211,7	26,5	\$16.000	\$ 173,6	\$ 424.000
3	544,6	53,8	6,7	\$16.000	\$ 196,8	\$ 107.200
<b>Total</b>	<b>5.420,6</b>	<b>491,8</b>	<b>61,5</b>		<b>\$ 181,5</b>	<b>\$ 984.000</b>

**Tabla 10.** Promedio del costo unitario por kilogramo de café recolectado por tratamiento en tres pases de cosecha.

Tratamiento	Costo unitario de cosecha
Manual Tradicional	\$ 216,0
Raselca III	\$ 181,5
<b>Reducción</b>	<b>16,0%</b>

edad (5ª y 6ª cosechas) se registraron costos entre \$264,8 y \$316,6 y entre \$181 y \$229,6, respectivamente; lo anterior posiblemente porque el costo unitario dependió de la eficiencia operativa y ésta a su vez, de las condiciones del lote, específicamente de la necesidad de inclinar los árboles para desprender los frutos maduros y de las trayectorias de desplazamiento en el lote.

Tanto el factor de conversión cereza a pergamino (FCCP) como el factor de rendimiento en trilla (FRT) no mostraron diferencias significativas entre tratamientos y se encontró que se requieren entre 4,8 y 5,1kg de café cereza para obtener 1kg de café pergamino seco, y cerca de 84kg de

café pergamino seco para obtener un saco de 70kg de café excelso tipo exportación (Tablas 11 y 12).

La calidad de la bebida fue similar para los dos tratamientos evaluados (Tabla 13). En general, se observó que el porcentaje de tazas con calificaciones mayores o iguales a seis estuvo alrededor del 70% para los dos tratamientos. Indudablemente, el proceso de beneficio permitió homogeneizar las muestras y obtener resultados satisfactorios.

Del presente estudio puede concluirse

El empleo de la herramienta Raselca III para asistir la cosecha manual acompañado del

**Tabla 11.** Promedios e intervalos de confianza para el factor de conversión cereza pergamino (FCCP) en los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Promedio	Intervalo (95%)	
		L. I.	L. S.
Manual Tradicional	4,8 A	4,6	5,1
Raselca III	5,1 A	4,7	5,5

\* Promedios con letras distintas indican diferencia estadística al 5% según prueba de t.

**Tabla 12.** Promedios e intervalos de confianza para el factor de rendimiento en trilla (FRT) en los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Promedio	Intervalo (95%)	
		L. I.	L. S.
Manual tradicional	84,7 A	84,1	85,3
Raselca III	84,4 A	83,5	85,4

\* Promedios con letras distintas indican diferencia estadística al 5% según prueba de t.

**Tabla 13.** Promedios y coeficientes de variación para el número de tazas aceptadas con calificación mayor o igual a seis en los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Tazas aceptadas	
	Promedio	C.V.
Manual tradicional	69,5 A	53,0
Raselca III	73,5 A	44,2

\* Promedios con letras distintas indican diferencia estadística al 5% según prueba de t.

retraso de los pases de recolección permitió incrementar la eficiencia operativa de la cosecha en el 77,4%.

Al aplicar la estrategia Raselca III se logró disminuir el promedio del costo unitario de recolección en 16%, con relación a la cosecha manual tradicional.

Con la herramienta Raselca III se incrementaron los ingresos de los recolectores de café que históricamente presentan baja eficiencia operativa en la cosecha manual tradicional, y que no alcanzan a devengar el equivalente a un salario mínimo legal.

El promedio ponderado de la calidad de la recolección manual tradicional (1,7%) fue mejor que con el equipo Raselca III (4,4%). Sin embargo, el resultado obtenido con la herramienta 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.

El número de frutos dejados tanto en las ramas como en el suelo, en los dos tratamientos de cosecha, es mayor al límite mínimo permitido en las recomendaciones de Cenicafé para el Manejo Integrado de la Broca.

El factor de conversión cereza a pergamino obtenido con el uso del Raselca III no mostró diferencias significativas en relación con el obtenido en la cosecha manual tradicional. Los promedios fueron de 5,1 y 4,8kg, respectivamente.

El factor de rendimiento en trilla obtenido a partir de las muestras analizadas fue similar para los dos tratamientos y estuvo al rededor de 85kg de café pergamino seco para obtener un saco de café trillado tipo exportación de

70kg. Las muestras se beneficiaron de forma tradicional, con zaranda después del despulpado y se secaron al sol, lo cual demuestra que cuando se realiza un proceso de beneficio con un sistema de clasificación y buenas prácticas puede mantenerse la calidad.

La calidad en taza, obtenida del café cosechado con la herramienta manual, no se afectó significativamente con el nuevo método de recolección propuesto.

La tecnología Raselca III con una metodología asociada a su empleo (con operarios de regular a bajo desempeño en la cosecha con entrenamiento adecuado, pago por jornal y mayor tiempo entre pases) es un alternativa promisorio para la recolección de café en las épocas de mayor flujo de cosecha y falta de mano de obra. Con su empleo puede reducirse el costo unitario de recolección de café hasta un 16%, con relación al valor pagado con el método tradicional, y se obtiene café de buena calidad física y en taza.

Con la tecnología Raselca III también se contribuye a mejorar los ingresos de los operarios, especialmente de las mujeres cabeza de hogar que generalmente sostienen su familia y devengan salarios bajos.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos al personal del taller de la Disciplina de Ingeniería Agrícola por su colaboración en la construcción de los prototipos Raselca III, al personal científico de las Disciplina de Ingeniería Agrícola, Biometría y Economía, y a todo el personal de la Subestación Experimental El Rosario, especialmente por su apoyo durante la realización de las pruebas experimentales.

## LITERATURA CITADA

1. BUENAVENTURA A., J.D. Evaluación de una herramienta de asistencia para la cosecha manual. In: CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ –Cenicafé. CHINCHINÁ. COLOMBIA. Informe anual de actividades Disciplina de Ingeniería Agrícola 2003-2004. Chinchiná, Cenicafé, 2004.
2. BUSTILLO P., A.E. El manejo de cafetales y su relación con el control de la broca del café en Colombia. Boletín Técnico Cenicafé No. 24:1-40. 2002.
3. DUQUE O., H. Estimación de la función de ingreso del recolector de café, al contrato. Chinchiná, Cenicafé, 2003. 1 p. (Seminario julio 25 de 2003)
4. 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.
5. 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.
6. 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. Chinchiná, Cenicafé, 2006. 39p. (Informe final Colciencias).
7. PUERTA Q., G.I. Influencia de los granos de café cosechados verdes, en la calidad física y organoléptica del bebida. Cenicafé 51(2):136-150. 2000.
8. VÉLEZ Z., J.C.; MONTOYA R., E.C.; OLIVEROS T., C.E. Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento de la cosecha manual de café. Boletín Técnico No 21:1-91. 1999.
9. WALLIS G., J.A.; MONTOYA R., E.C.; VÉLEZ Z., J.C.; OLIVEROS T., C.E. Calidad y eficacia de dos métodos no selectivos de recolección de café (*Coffea arabica*). Cenicafé 55(1):45-51. 2004.