

# DESEMPEÑO DE LOS RECOLECTORES DE CAFÉ SEGÚN LA ALTURA DE LA PLANTACIÓN<sup>1</sup>

Marian Julissa Villegas-Bueno<sup>\*</sup>; Esther Cecilia Montoya-Restrepo<sup>\*\*</sup>; Juan Carlos Vélez-Zape<sup>\*\*</sup>;  
Carlos Eugenio Oliveros-Tascón<sup>\*\*\*</sup>

---

## RESUMEN

**VILLEGAS B., M. J.; MONTOYA R., E. C.; VÉLEZ Z., J. C.; OLIVEROS T., C. E. Desempeño de los recolectores de café con el método mejorado de cosecha según la altura de la plantación. Cenicafé 56(1): 19-36. 2005.**

Se evaluó el efecto de la altura de la plantación de café en el desempeño operativo de los recolectores en lotes de café variedades Colombia y Caturra, con edades entre 2 y 5 años en pendientes inferiores al 70%. Se seleccionaron dos grupos de cinco operarios, asignados cada uno a los métodos tradicional y mejorado de recolección. Se registraron siete variables antropométricas de interés que permitieron conformar los grupos, de tal forma que en cada uno un recolector era del sexo femenino, tres tenían características antropométricas homólogas y otro de características diferentes. Se efectuaron observaciones directas del desempeño operativo de los grupos de trabajo y los registros de las variables asociadas a los indicadores del proceso. El análisis mostró un aumento, entre el 44,3 y el 187,4%, de la eficiencia operativa de los recolectores capacitados en el método mejorado y disminución de los frutos verdes, tanto los dejados en el suelo como aquellos encontrados en la masa cosechada, variables asociadas a los indicadores de pérdidas y calidad, respectivamente. Los resultados permitieron determinar la influencia de la altura de las plantas en el desempeño de los recolectores para la variable asociada al indicador de eficiencia.

**Palabras clave:** Cosecha manual, variedad Colombia, variedad Caturra, métodos de cosecha, indicadores de la recolección.

---

## ABSTRACT

The effect of coffee plantation height on the operative performance of coffee collectors in coffee plots of Colombia and Caturra varieties with ages between 2 and 5 years in slopes under 70% was evaluated. Two groups of five workers, each one assigned to the traditional and improved collection methods were selected. Seven anthropometric variables of interest that allowed to conform the groups were registered, e.g., in each group there was a woman, three had homologous anthropometric characteristics and another had different characteristics. Direct observations of the work groups operative performance and the records of the variables associated to the indicators of the process were made. The analysis showed an increase, between 44.3 and 187.4%, in the operative efficiency of the collectors qualified in the improved method and a decrease of green cherries, in those left in the floor and in the ones found in the harvested mass. These variables were associated to the losses and quality indicators, respectively. The results allowed to determine the influence of the plants height in the performance of the collectors for the variable associated to the efficiency indicator.

**Keywords:** Hand harvest, Colombia variety, Caturra variety, harvest methods, picking indicators.

---

<sup>1</sup> Fragmento de la Tesis "Influencia de la altura de la planta de café (*Coffea arabica*) en el desempeño operativo del recolector", presentada a las Universidades del Valle y Nacional, para optar al título de Ingeniera Agrícola.

<sup>\*</sup> Ingeniera Agrícola.

<sup>\*\*</sup> Investigador Científico I y Asistente de Investigación. Biometría. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

<sup>\*\*\*</sup> Investigador Principal I. Ingeniería Agrícola. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

El gremio cafetero colombiano reunido en el LV Congreso Nacional, en el año de 1996, recomendó a Cenicafe el desarrollo de investigaciones tendientes al empleo racional y eficiente de la mano de obra en las distintas etapas del cultivo del café, con prioridad en la cosecha, así como en la normalización de la mano de obra en todas las actividades de la producción cafetera.

Con el estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento de la cosecha manual del café realizado por Vélez *et al.* (5), se logró proponer un método mejorado de la recolección manual, cuyo diagrama de operación unitaria se representa en la Figura 1; en este diagrama, el rectángulo central representa el método empleado en la recolección y las flechas, el flujo del proceso y a su vez, están asociadas a los indicadores de eficacia, calidad y pérdidas. De manera general se representa la eficiencia dentro de todo el método.

Vélez *et al.* (5), evaluaron el efecto de la pendiente y la densidad de siembra en la operación de la recolección del café y

los resultados mostraron influencia de la pendiente en el porcentaje de frutos maduros desprendidos (eficacia), de tal manera que en pendientes inferiores al 10% el operario logra desprender una mayor proporción de frutos maduros, y en pendientes entre 23 y 70% logra aumentar la eficiencia, recolectando un mayor número de kilogramos de café por hora. Sin embargo, existen otros factores que afectan la recolección manual de café, tales como las condiciones ambientales, las condiciones agronómicas, las características del recolector y los métodos empleados (Figura 2). Como efecto de las condiciones ambientales sobre el crecimiento de la planta está su altura, teniendo en cuenta que debido a la recomendación de renovación de cafetales por quintas partes, se encuentran lotes de café con plantas de diferentes edades y a su vez, diferencias en altura, por tanto, es posible encontrar influencia de esta variable inherente al cafeto, en el desempeño operativo del recolector.

Así mismo, Vélez *et al.* (5), describieron los inconvenientes en la recolección del café con la aplicación del método mejorado de

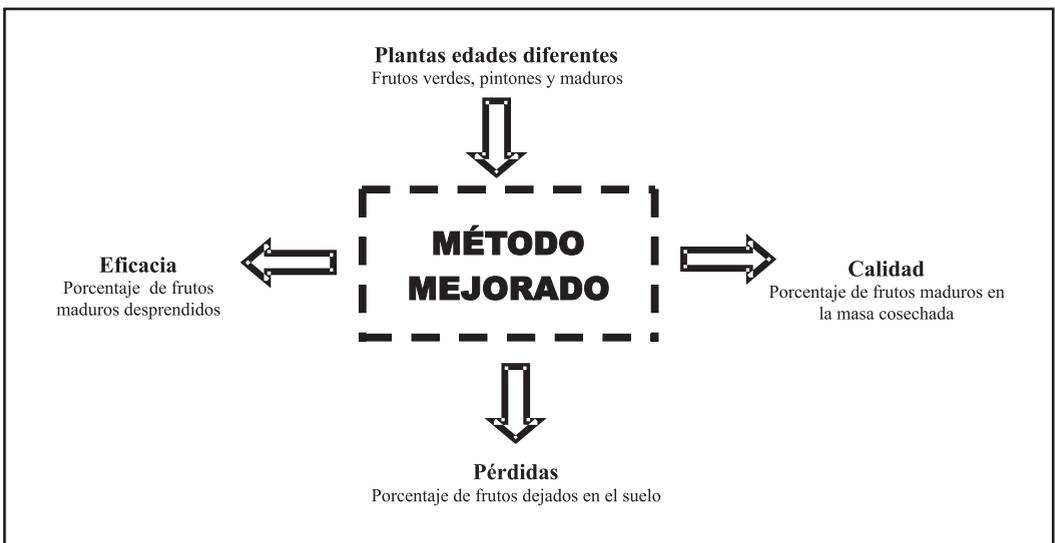


Figura 1. Diagrama de operación unitaria para el proceso de la recolección manual de café.

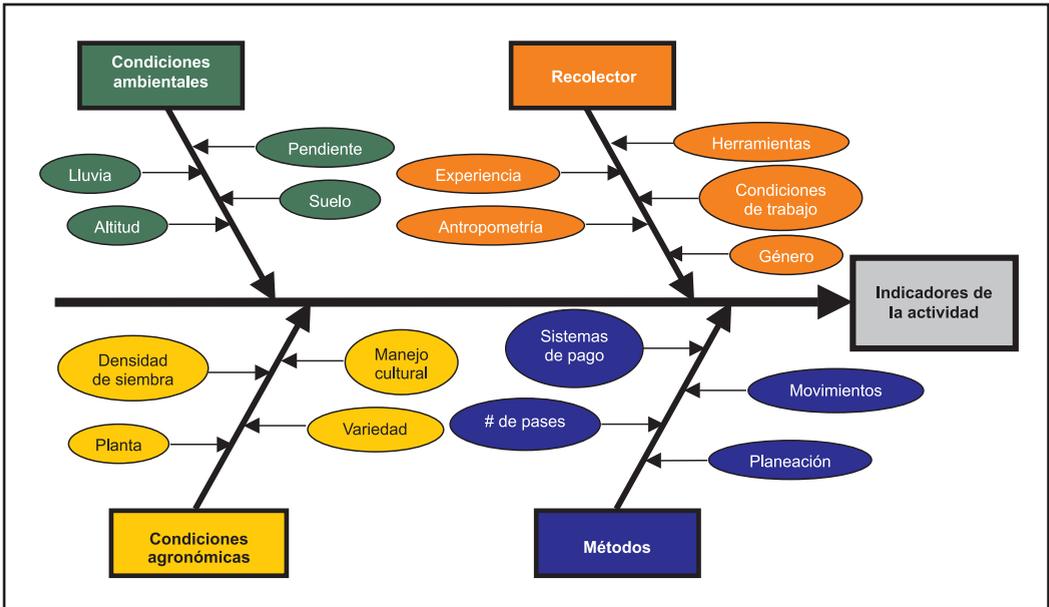


Figura 2. Diagrama de Ishikawa para la actividad de la recolección manual de café (Fuente: Vélez *et al.* (5)).

recolección manual en plantas de primera cosecha. En charlas informales con caficultores y recolectores, ellos han manifestado inconvenientes en la ejecución del método mejorado de recolección cuando las plantas tienen poca altura (primera cosecha) o cuando éstas son muy altas (quinta cosecha y mayores), ya que se ocasionan incomodidades en el personal, bien sea por la mayor exposición a posturas incómodas (flexión del tronco, agachado y arrodillado), o por el aumento de labores que disminuyen su eficiencia, como el aumento de las revisiones y agachado, para no dejar frutos en el árbol ni en el suelo.

Encaminados al mejoramiento continuo de las prácticas de la recolección manual del café y siguiendo las recomendaciones del gremio cafetero, con esta investigación se evaluó la influencia de la altura de la planta de café en el desempeño operativo del recolector, con el fin de complementar el método mejorado de recolección hasta

ahora propuesto, planteando como hipótesis de trabajo que la altura de las plantas no tiene efecto en el desempeño operativo de los recolectores.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en la Estación Central Naranjal (Chinchiná, Caldas) y fue desarrollada en dos etapas: la primera comprendió la normalización de características de los operarios y la segunda, la evaluación del efecto de la altura de la planta en el desempeño operativo de los recolectores con el método tradicional y el método mejorado. La primera etapa a su vez, comprendió dos fases de ejecución, en la primera se realizó una prueba de daltonismo y se tomaron los registros de las características antropométricas de aquellos recolectores seleccionados y en la segunda fase, se capacitó a un grupo de cinco operarios para la ejecución del méto-

do mejorado de la recolección durante diez jornadas de trabajo.

### **Normalización o estandarización de algunas características de los operarios (Etapa 1).**

Para la fase 1 de esta etapa, se seleccionaron operarios con base en las características de peso y estatura, a quienes se les realizó una prueba de daltonismo. Aquellos que tuvieron una calificación negativa en la prueba de daltonismo se les hizo una caracterización mediante el registro de siete aspectos de antropometría estática de interés para este estudio, tales como: estatura, alcance máximo vertical de pie, alcance máximo vertical de rodillas, altura de los ojos, altura de los hombros y área de las manos. Con esta información se procedió a conformar dos grupos con características antropométricas estáticas similares, según la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5%. Previamente, a esta clasificación se asumieron valores de 15cm para las características de longitud y 18,6cm<sup>2</sup> para aquellas de área, como valores mínimos para establecer diferencias técnicas entre grupos. En las pruebas de antropometría dinámica, realizadas con el fin de conocer la condición física del operario, se evaluaron la agilidad y la resistencia.

La agilidad se midió utilizando una prueba de arco reflejo. La resistencia se midió a través de cuatro pruebas: 1) test de Cooper (4); 2) flexibilidad y elasticidad; 3) flexoextensión de brazos y 4) resistencia muscular abdominal (2).

De los dos grupos conformados se seleccionó aleatoriamente uno, para realizar la fase 2, la cual inició con una capacitación fundamentada en la presentación, discusión y análisis del método mejorado propuesto por Vélez *et al.* (5). Se enseñó el conjunto de variables que permiten cuantificar los indicadores y los movimientos que componen el método. Una vez realizada esta

capacitación, se llevaron los recolectores al campo para inducirlos en la ejecución del método mejorado, con supervisión continua y corrección de los movimientos indeseables. Para esta capacitación se asignó una parcela por jornada de trabajo (231 árboles en promedio), en la cual se ejecutaron las labores correspondientes al método mejorado de la recolección y se registró la información asociada a los indicadores de la actividad.

Para el indicador de eficiencia se registraron el peso y el tiempo invertido para la recolección del café por unidad de trabajo; para los indicadores de eficacia y pérdidas, en diez árboles por parcela seleccionados aleatoriamente se registró el número de frutos maduros sin desprender y el número de frutos dejados en el suelo, respectivamente; para el indicador de calidad, a partir de tres muestras de un kilogramo cada una, se registró el peso de los frutos verdes recolectados. Antes de las pruebas, en cada parcela se seleccionaron aleatoriamente 10 plantas para registrar el peso de los frutos maduros, con el propósito de estimar la carga inicial de frutos por recolectar.

Los operarios fueron observados durante 10 jornadas de trabajo y con la información obtenida se construyeron las curvas de aprendizaje, con el propósito de evaluar descriptivamente la evolución operativa de cada individuo, para cada uno de los indicadores del proceso.

Con la capacitación se pretendía normalizar la destreza de los operarios, de tal manera que alcanzaran para el indicador de eficiencia el tiempo invertido en la recolección por árbol reportado por Vélez *et al.* (5), de acuerdo con la carga inicial por árbol. Para el indicador de eficacia se buscaba que el promedio por jornada no excediera 5 frutos maduros sin desprender por árbol, según recomendación hecha por

Bustillo (1); para el indicador de pérdidas, que el promedio por jornada no excediera los 5 frutos dejados en el suelo por árbol, según la recomendación de Bustillo (1); y para el indicador de calidad, que el porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada no excediera el 2,5%, límite identificado por Puerta (3), para garantizar la calidad organoléptica de la bebida.

**Evaluación del efecto de la altura de la planta en el desempeño operativo de los recolectores (Etapa 2).** Esta etapa se realizó en lotes de plantas de 2, 3, 4 y 5 años de edad. Las características para cada uno de los lotes empleados en este experimento se presentan en la Tabla 1.

En cada lote se seleccionaron aleatoriamente 20 plantas, a las cuales se les registró la altura total y la distancia entre la superficie del suelo y el fruto maduro más elevado, utilizando una plomada y un flexómetro. Se

estableció como la altura del lote el promedio por planta, de la altura registrada.

La unidad de trabajo correspondió a los árboles recolectados por el operario durante una jornada. Cada operario de cada grupo, entrenado en el método mejorado y sin entrenar, realizó la actividad de recolección de tal forma que el grupo 1 ejecutó el método mejorado de la recolección y el grupo 2, el método tradicional. A cada operario se le registraron las variables asociadas a los indicadores del proceso. Para esta etapa en el grupo 1 solo se tuvieron 4 operarios de los 5 entrenados.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Normalización o estandarización de algunas características de los operarios (Etapa 1).** Para la Fase 1, los resultados de las pruebas mostraron que los operarios no presentaron

**Tabla 1.** Características de los lotes empleados en el estudio. Estación Central Naranjal 2003.

Código de lote	Variedad de café	Plantas/lote	Distancia de siembra (m)	Fecha de siembra	Edad del cafetal (años)	Altura total (cm)	Distancia suelo – fruto mad. (cm)
ECO P1	Colombia	5.000	1 x 1	May/01	2 (primera cosecha)	162,7	102,0
ECO P2	Colombia	5.000 <sup>1</sup>	2 x 1	May/01	2 (primera cosecha)	170,5	101,8
COM. LOTE 10	Colombia	4.762	1 x 1	Ene/01	2 (primera cosecha)	157,7	104,1
COM. LOTE 1	Colombia	3.921	1 x 1	Nov/99	3 (segunda cosecha)	203,2	165,3
COM. LOTE 38	Colombia	2.592	2 x 1	Zoca May/99	4 (tercera cosecha)	244,8	207,7
COM. 97/7	Caturra	1.476	2 x 1	Nov/97	5 (cuarta cosecha)	223,5	204,9

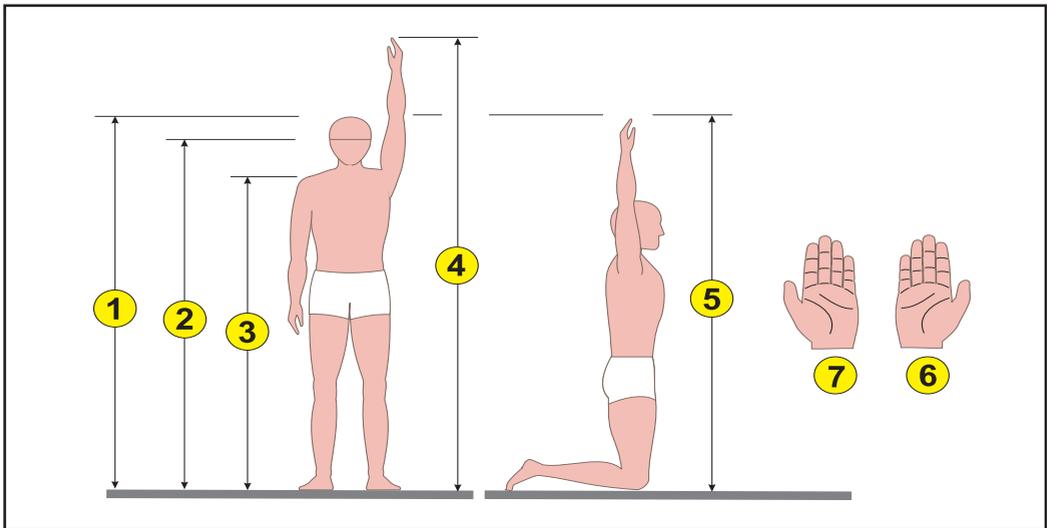
<sup>1</sup>: 2 tallos por sitio.

síntomas de daltonismo, es decir, que para todos los recolectores esta prueba se calificó como negativa.

La edad de los recolectores seleccionados osciló entre 27 y 62 años. Los promedios de las características antropométricas estáticas de interés (Figura 3), presentaron un coeficiente de variación inferior al 16,5% (Tabla 2), dado que los operarios tuvieron un mismo origen étnico y alimentación similar, entre otros factores. En comparación con las observaciones hechas por Vélez (6), los recolectores seleccionados en este estudio, presentaron para el peso, la estatura y la altura a los ojos en posición de pie, promedios descriptivamente menores y una variabilidad mayor, lo cual confirma que la elección realizada inicialmente de acuerdo con las diferencias visibles fue correcta, y se presentaron operarios con diferentes dimensiones estructurales. Este autor no reporta datos para el alcance máximo vertical de pie ni para el alcance máximo vertical de rodillas. Para el área de la palma de las

manos, Vélez *et al.* (5), indicaron promedios descriptivamente similares, en relación con aquellos encontrados en este estudio.

Con base en la información anterior, los grupos de recolectores fueron conformados de tal forma que cada uno contó con un operario de sexo femenino, tres de características antropométricas homólogas y uno de características diferentes. Tal como se observa en la Tabla 2, los grupos seleccionados presentaron un promedio por operario estadísticamente igual en todas las características antropométricas evaluadas y además, la diferencia descriptiva entre los promedios de los grupos no superó la establecida técnicamente. Lo cual confirma que se contó con dos grupos homólogos. Dentro de cada grupo, los mayores rangos se presentaron para las variables asociadas al área de las manos y para la variable alcance máximo vertical de pie, para la cual el grupo 1 presentó un rango de 45,5cm y el grupo 2 de 36,9cm.



**Figura 3.** Esquema de las características antropométricas estáticas de interés, para el estudio. [1] Estatura, [2] Altura a los ojos en posición de pie (cm), [3] Altura a los hombros de pie, [4] Alcance máximo vertical en posición de pie (cm), [5] Alcance máximo vertical en posición de rodillas (cm), [6] Área palma mano derecha (cm<sup>2</sup>), [7] Área palma mano izquierda (cm<sup>2</sup>)

**Tabla 2.** Promedio por operario y variación en cada una de las características antropométricas estáticas de interés, en general y por grupo de recolectores.

CARACTERÍSTICA ANTRPOMÉTRICA	á	CV* (%)	GRUPO 1			GRUPO 2		
			á	CV (%)	Rango	á	CV (%)	Rango
Peso (kg)	61,0	16,5	65,6	11,7	20,0	56,4	19,2	35,0
Estatura (cm)	164,7	5,1	167,4	5,0	20,5	162,1	5,2	18,2
Altura a los ojos en posición de pie (cm)	153,3	5,8	156,1	5,7	19,8	150,6	5,8	18,1
Altura a los hombros de pie (cm)	138,9	5,7	141,5	5,9	19,6	136,4	5,5	16,6
Alcance máximo vertical en posición de pie (cm)	210,9	7,9	214,5	8,6	45,5	207,3	7,7	36,9
Alcance máximo vertical en posición de rodillas (cm)	163,9	5,0	166,1	4,3	17,0	161,7	5,8	20,9
Área palma mano derecha (cm <sup>2</sup> )	147,8	9,9	150,6	9,7	34,2	144,9	11,0	41,7
Área palma mano izquierda (cm <sup>2</sup> )	148,5	10,3	153,2	8,1	32,2	143,8	12,5	44,9

\*CV: Coeficiente de variación

En la prueba de agilidad solamente un operario obtuvo menos de 100 puntos (87 puntos) y se encontró clasificado en el grupo 2. Con los exámenes de resistencia física se ubicaron los operarios en las categorías de aptitud correspondientes a cada prueba realizada.

Con relación a la antropometría dinámica (Tabla 3), en la prueba de flexibilidad y elasticidad, los operarios del grupo 1 presentaron para el 100% de individuos, calificación entre “pobre” y “debajo del promedio”, mientras que en el grupo 2, el 80% de individuos obtuvieron una calificación entre “bueno” y “promedio”.

En las pruebas de antropometría dinámica, los dos grupos alcanzaron igual promedio estadístico, excepto para la variable asociada a la prueba de flexibilidad y elasticidad, a favor del grupo 2 (Tabla 3). Por esta razón, es posible que este grupo presente mayor desempeño operativo, debido a las

características antropométricas dinámicas. Con respecto a las demás pruebas los dos grupos fueron homogéneos.

El grupo 1 fue seleccionado aleatoriamente para capacitarlo en la ejecución del método mejorado de la recolección. El grupo 2 presentó mejor flexibilidad y elasticidad, que el grupo 1 y éste último presentó mejor agilidad, que el grupo 2.

En la fase 2, hasta la cuarta jornada, los operarios en promedio dejaron una mayor cantidad de frutos maduros en el árbol (Figura 4) y de frutos en el suelo, así como mayor porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada (Figura 5), con respecto a las demás jornadas, según la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% y el análisis no paramétrico. Mientras que el tiempo empleado en la labor por árbol, para cada operario (Figura 6), fue igual en las jornadas evaluadas (Tabla 4).

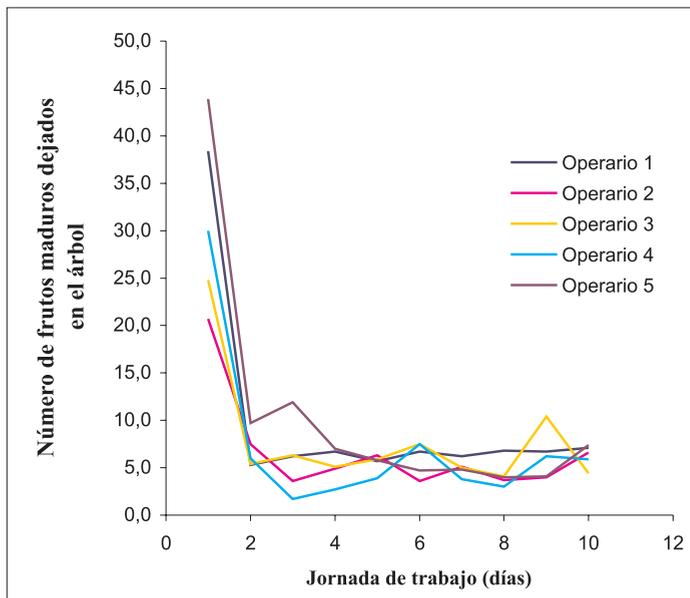
**Tabla 3.** Promedio por operario, coeficiente de variación y calificación, para cada una de las pruebas de antropometría dinámica.

PRUEBA	Unidad del registro	GRUPO 1				GRUPO 2			
		Registro		Calificación	Oper.	Registro		Calificación	Oper.
		á	CV (%)			á **	CV (%)		
Flexibilidad y elasticidad	Elongación (cm)	32,6 B*	21,1	Entre “pobre” y “debajo del promedio”	100 %	43,2 A	12,6	Entre “bueno” y “promedio”	80 %
Flexoextensión de brazos	Flexión de brazos (número de registros)	15,4 A	31,3	“Promedio”	60 %	19,6 A	21,2	Entre “promedio” y “sobre el promedio”	80 %
Resistencia muscular abdominal	Flexión abdominal (número de registros)	17,8 A	25,9	“Mala condición”	100 %	17,4 A	88,1	“Mala condición”	100 %
Cooper	Distancia (metros recorridos)	1451,8 A	13,7	Entre “mala” y “muy mala”	100 %	1731,3 A	16,3	Entre “regular” y “muy mala”	0 %

\* Promedios entre grupos con letras no comunes implican diferencia estadística según prueba de Diferencia Mínima significativa al 5%.

á.: Promedio aritmético; CV.: Coeficiente de variación; Oper.: Operario

**Figura 4.**  
Comportamiento del número de frutos maduros dejados en el árbol, a través de las jornadas por cada operario.



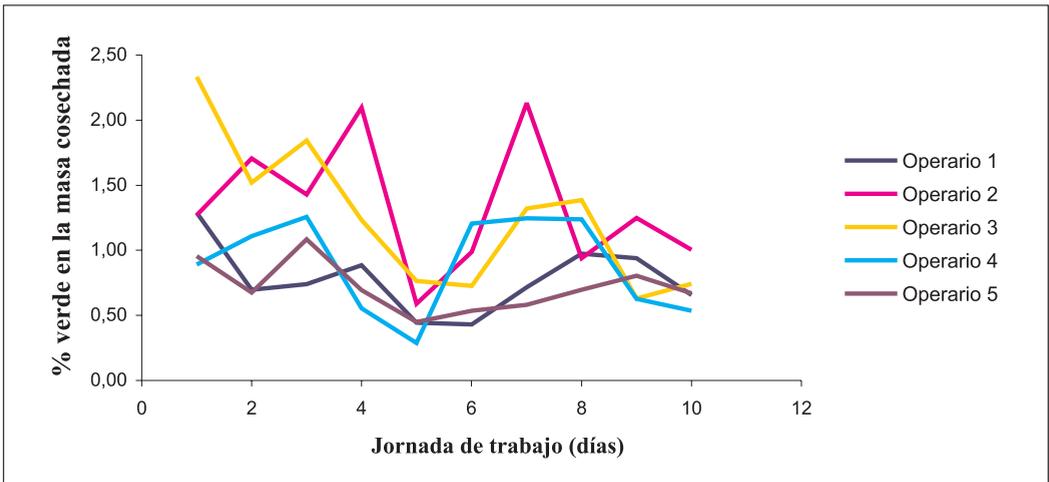


Figura 5. Comportamiento del porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada por operario, a través de las jornadas de trabajo.

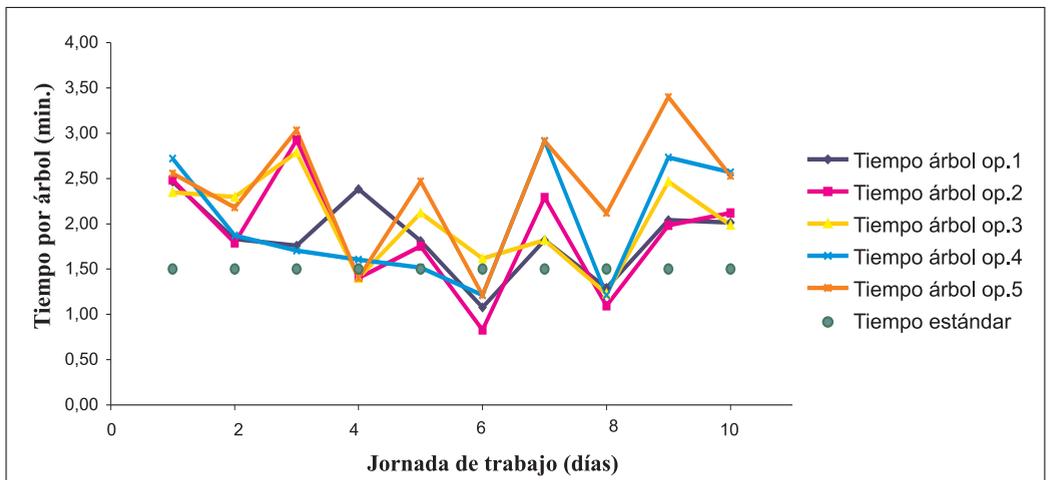


Figura 6. Comportamiento del tiempo promedio de recolección por árbol por operario, a través de las jornadas de trabajo.

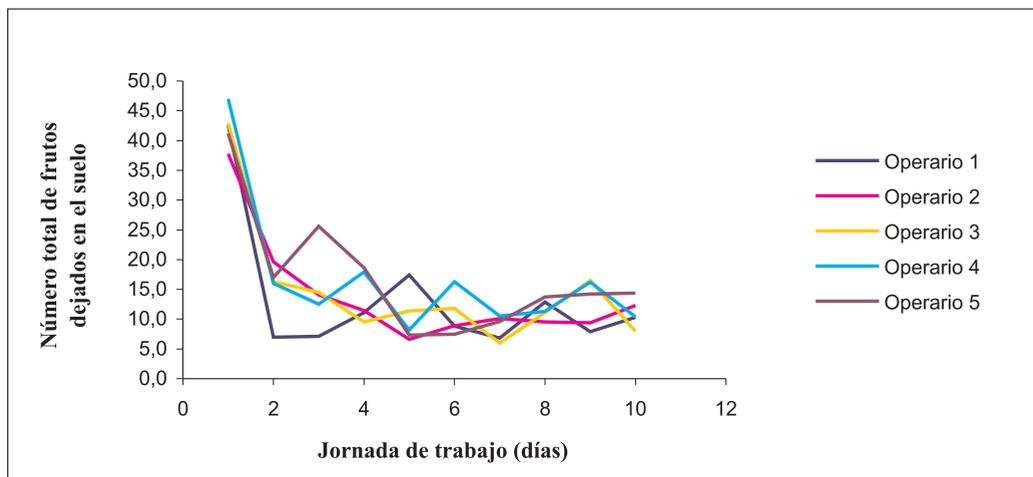
El número de frutos totales dejados en el suelo por los operarios durante la capacitación fue superior a cinco (Figura 7), es decir, que no se alcanzó el límite fijado para la normalización. A pesar de que los operarios no alcanzaron dicho límite, se observa una disminución en el número de frutos maduros y pintones dejados en el suelo, de tal

manera que a partir de la segunda jornada, los recolectores no superaron los 5 frutos entre maduros y pintones dejados en el suelo (Figura 8). El número de frutos verdes encontrados en el suelo disminuyó respecto a la situación inicial, pero se mantuvo por encima de los cinco frutos, este comportamiento se debe a que tradicionalmente a

**Tabla 4.** Promedio y coeficiente de variación por operario y jornada de trabajo, para las variables asociadas a los indicadores de la actividad de recolección.

INDICADOR DE LA ACTIVIDAD		JORNADA DE TRABAJO (Días)	á	CV
INDICADOR	VARIABLE			
EFICIENCIA	(kg/árbol/h)	1 - 4	5,3 A*	18,9
		5 - 10	6,2 A	55,8
EFICIENCIA	(Tiempo/árbol)	1 - 4	2,3 A	19,4
		5 - 10	2,5 A	33,6
EFICACIA	(Número de frutos maduros dejados en el árbol)	1 - 4	12,4 A	99,8
		5 - 10	5,6 B	29,0
CALIDAD	(Porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada)	1 - 4	1,2 A	40,6
		5 - 10	0,9 B	44,8
PÉRDIDAS	(Número de frutos dejados en el suelo)	1 - 4	21,5 A	61,2
		5 - 10	10,8 B	29,3

\* Promedios con letras no comunes implican diferencia estadística según prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5%.  
 á : Promedio aritmético. CV.: coeficiente de variación.



**Figura 7.** Comportamiento para el número de frutos totales dejados en el suelo por operario, a través de las jornadas de trabajo.

los recolectores no se les exige recogerlos y por el contrario son sancionados si los llevan hasta el beneficiadero.

Los resultados de las variables asociadas al indicador de pérdidas, para el número de frutos verdes dejados en el suelo y para el indicador de calidad (porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada), de las últimas jornadas con respecto a las primeras, indican que con la correcta ejecución del

método mejorado, los operarios desprenden menor cantidad de frutos verdes.

En general, se alcanzó el propósito de normalizar a los operarios en todos los indicadores, dado que en algún momento el comportamiento de las variables asociadas en las últimas jornadas se estabilizó. Sin embargo, no alcanzaron el referente operativo para lograr el desempeño deseado.

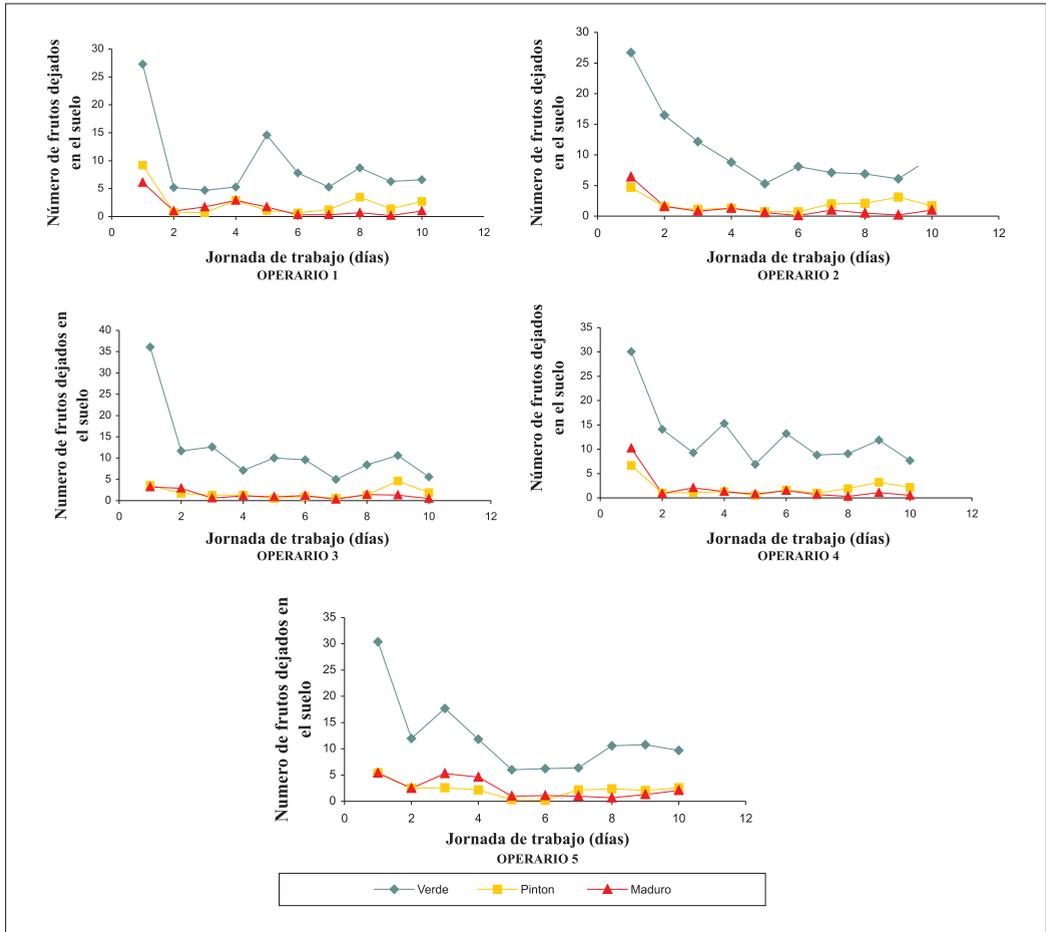


Figura 8. Comportamiento del número de frutos dejados en el suelo por cada operario a través de las jornadas de trabajo.

Con estos resultados y teniendo presente que técnicamente es más importante para los fines de esta investigación lograr la estabilización en la ejecución de las labores que alcanzar los límites fijados, se decidió que con este grupo se trabajaría en la segunda etapa, en lo correspondiente al método mejorado de la recolección.

**Evaluación del efecto de la altura de las plantas en el desempeño operativo de los recolectores (Etapa 2).** En general, para cada réplica se observó que a mayor edad de la planta de café, mayor su altura, de

tal manera que las edades, dos y tres años, presentaron igual promedio, mientras que para la distancia desde el suelo al fruto maduro más elevado, el comportamiento fue igual para los dos y tres años de edad, en las cuatro réplicas (Tabla 5).

En cada altura la carga inicial de frutos maduros fue la misma para todos los operarios, por tanto, esta variable no fue tomada en cuenta como covariable para el análisis de las variables asociadas a los indicadores del proceso (Tabla 6).

**Tabla 5.** Promedio y coeficiente de variación para las variables altura total y distancia entre el suelo y el fruto maduro más elevado, para cada replica y edad de las plantas.

Replica	Edad del cafetal (años)	Altura total (cm)		Distancia suelo – fruto maduro más elevado (cm)	
		á	CV (%)	á	CV (%)
1	2	163,6 C*	10,0	98,3 C	12,8
	3	160,2 C	9,7	105,2 C	16,7
	4	188,6 B	8,8	155,4 B	13,3
	5	223,5 A	11,3	204,9 A	15,6
2	2	161,5 C	11,0	98,8 C	18,6
	3	160,5 C	8,9	107,4 C	17,0
	4	200,8 B	11,5	159,9 B	11,2
	5	239,0 A	12,9	201,5 A	12,4
3	2	170,5 C	8,4	101,8 C	16,5
	3	151,6 D	13,2	105,5 C	13,5
	4	205,4 B	10,4	167,2 B	13,0
	5	247,1 A	10,2	211,5 A	11,8
4	2	162,9 C	9,4	108,9 C	16,9
	3	158,6 C	10,0	98,6 C	19,4
	4	218,2 B	10,8	178,8 B	9,5
	5	248,2 A	9,1	210,1 A	11,5

\* Promedios con letras no comunes implican diferencia estadística según prueba de Duncan al 5%.  
 á : Promedio aritmético; CV: coeficiente de variación.

El tiempo invertido para la ejecución de las labores de recolección fue igual para todos los operarios al poner en práctica el método en una altura correspondiente a los 164,6cm, en promedio por árbol. Sin embargo, el rendimiento operativo fue diferente, tal como se observa con el operario 7, el cual presentó una eficiencia mayor que el operario 5; esta respuesta puede explicarse, por la diferencia en cuanto al sexo, pruebas de flexibilidad y elasticidad, agilidad y estatura. Para las demás alturas de la planta evaluadas, en la variable tiempo invertido en la recolección por árbol, algunos operarios invirtieron mayor tiempo en la recolección

que otros, y a su vez, el operario 7 fue más eficiente que el operario 5 para todas las alturas (Tabla 6).

En todas las alturas de la planta evaluadas, el operario 1 siempre fue más eficaz que el operario 8, esto indica que hay recolectores que mantienen su eficacia. No obstante, se encontró que algunos de los operarios fueron más eficaces en plantas de altura inferior a los 203,3cm, que en plantas de altura superior a este valor, como es el caso del operario 7, cuya estatura se encuentra dentro del valor promedio de la población colombiana. De la Tabla 6, puede

**Tabla 6.** Promedios y coeficientes de variación para las variables asociadas a los indicadores de eficiencia, eficacia y pérdidas, para las alturas de las plantas evaluadas y por cada operario.

Altura total promedio (cm)	Operario	EFICIENCIA						EFICACIA (Número de frutos maduros dejados en el árbol)		PÉRDIDAS (Número de frutos dejados en el suelo)	
		Carga (kg)		Rend. Operativo (kg/h)		Tiempo/ árbol (min.)		á	CV	á	CV
		á.	CV	á.	CV	á.	CV				
157,7	1	0,5 A*	30,1	18,5 ABCD	14,8	1,7 AB	59,4	5,7 E	51,3	10,2 C	75,1
	3	0,4 A	26,6	14,6 BCD	8,5	1,9 AB	32,7	6,5 E	43,0	13,7 ABC	62,3
	4	0,5 A	35,6	13,3 CD	9,0	2,0 AB	33,5	9,2 D	54,1	14,4 ABC	73,4
	5	0,4 A	42,7	13,2 D	15,6	2,4 A	24,8	10,4 BCD	34,0	11,3 BC	61,3
	6	0,4 A	34,1	13,4 CD	12,5	2,0 AB	24,3	13,2 AB	18,7	16,5 AB	49,3
	7	0,4 A	28,9	20,9 A	10,3	1,3 B	30,5	12,4 BC	30,8	17,6 A	41,6
	8	0,4 A	35,9	18,7 ABC	15,5	1,5 AB	13,1	15,3 A	31,9	16,9 A	51,7
	9	0,4 A	35,1	18,9 AB	42,2	1,5 AB	19,7	9,8 CD	36,2	14,8 ABC	55,4
	10	0,4 A	37,4	20,1 AB	9,8	1,4 B	28,5	10,4 BCD	19,6	12,1 ABC	77,0
	164,6	1	0,4 A	43,2	16,6 AB	21,5	1,2 A	46,1	6,6 B	57,1	9,1 D
3		0,4 A	55,3	12,9 ABC	23,6	1,2 A	44,1	7,9 B	40,6	11,3 BCD	63,0
4		0,3 A	58,7	12,8 ABC	17,7	1,3 A	39,9	9,0 B	37,0	9,1 D	51,3
5		0,3 A	37,7	10,4 C	17,9	1,5 A	33,2	8,8 B	43,9	11,1 BCD	34,6
6		0,4 A	55,9	11,3 BC	28,5	1,4 A	53,7	8,8 B	53,4	11,3 BCD	55,0
7		0,5 A	59,2	17,7 A	23,7	1,1 A	43,5	9,9 B	50,2	13,0 ABC	46,7
8		0,4 A	49,0	15,7 ABC	24,1	1,1 A	46,5	14,1 A	31,8	14,2 AB	37,6
9		0,5 A	37,0	12,7 ABC	23,5	1,3 A	35,3	7,9 B	52,5	9,8 CD	26,6
10		0,4 A	38,3	16,7 AB	23,9	1,2 A	45,4	9,8 B	44,5	15,1 A	41,9
203,3		1	0,3 A	26,5	11,6 BC	14,3	1,8 B	21,1	9,7 C	91,1	10,7 C
	3	0,5 A	15,9	10,8 CD	7,9	2,0 AB	10,3	11,6 ABC	46,2	14,8 BC	62,6
	4	0,5 A	22,1	10,6 CDE	11,4	2,8 AB	49,7	10,9 BC	46,4	15,2 BC	68,5
	5	0,5 A	23,8	8,3 DE	12,4	2,5 AB	20,0	9,1 C	73,7	14,3 BC	58,8
	6	0,4 A	27,6	8,1 E	14,1	3,5 A	72,0	11,4 ABC	63,0	18,5 AB	42,0
	7	0,5 A	14,7	14,6 A	13,1	1,4 B	12,0	15,4 A	59,8	18,2 AB	43,9
	8	0,5 A	18,1	13,7 AB	17,0	1,6 B	11,8	15,1 AB	21,6	15,7 BC	52,6
	9	0,5 A	18,8	10,2 CDE	21,6	2,2 AB	53,8	11,9 ABC	60,8	13,4 BC	32,1
	10	0,5 A	29,7	14,5 A	11,9	1,5 B	14,2	15,6 A	49,3	22,0 A	32,1
	239,5	1	0,5 A	54,2	12,2 AB	31,6	3,2 B	18,7	7,7 C	56,4	8,4 B
3		0,5 A	39,2	10,1 AB	29,4	3,2 B	22,2	8,5 C	64,6	7,9 B	24,9
4		0,6 A	71,6	9,5 AB	28,7	3,5 B	34,1	7,2 C	50,0	7,4 B	62,9
5		0,5 A	49,6	7,3 B	40,8	5,2 A	45,0	10,5 BC	38,6	8,3 B	52,8
6		0,5 A	42,8	7,6 B	30,1	4,3 AB	26,0	17,7 A	31,5	17,9 A	33,8
7		0,6 A	59,4	14,7 A	37,5	2,7 B	7,9	12,7 B	29,8	16,3 A	27,2
8		0,5 A	60,4	12,5 AB	32,8	2,8 B	20,1	12,9 B	21,0	14,6 A	51,8
9		0,5 A	26,4	9,2 AB	33,9	3,8 AB	16,2	8,8 C	34,2	15,3 A	40,5
10		0,6 A	45,6	14,8 A	25,4	2,6 B	14,4	13,7 B	31,6	17,4 A	24,0

\* Promedios con letras no comunes implican diferencia estadística según prueba de Duncan al 5%.

Prom.: Promedio aritmético. CV: coeficiente de variación.

deducirse que para recolectores con igual rendimiento operativo, como el caso de los operarios 1 y 8, algunos pueden ser más eficaces y presentar menores pérdidas que otros. Los recolectores manifestaron mayor incomodidad en la recolección para plantas con alturas menores de 203,3cm (primera y segunda cosecha), dado que ellos deben permanecer de rodillas para la recolección de los frutos en el estrato inferior y en el suelo. Según Vélez *et al.* (5), en estas alturas, el operario siente que su eficiencia operativa disminuye debido al aumento en las revisiones y agachadas para no dejar frutos en el árbol ni en el suelo.

Los recolectores que ejecutaron las labores operativas con el método mejorado de la recolección presentaron los menores promedios para la variable asociada al indicador de calidad (Tabla 7). Algunos de los recolectores que ejecutaron las labores de recolección con el método tradicional presentaron mayores promedios con respecto a aquellos que trabajaron con el método me-

orado, pero a su vez estuvieron por debajo del límite identificado por Puerta (3), con lo cual se garantiza que no se afecta la calidad organoléptica de la bebida.

Para todos los operarios tanto del método mejorado como del método tradicional, no hay diferencia entre los promedios del número de frutos maduros dejados en la planta y el número de frutos dejados en el suelo entre alturas de la planta, de acuerdo con la prueba de Duncan al 5%. Igual comportamiento se observó para la variable asociada al indicador de calidad, excepto para el operario 7, quien aumentó dicho porcentaje para la altura de 203,3cm (Tabla 8).

En la evaluación del efecto del alcance máximo vertical en el rendimiento operativo, se observó que esta característica antropométrica no tiene influencia en los resultados del desempeño, como lo podría tener el método de recolección y la aptitud física del recolector (Tablas 6 y 9).

**Tabla 7.** Promedio y coeficiente de variación para el indicador de calidad de recolección por operario.

Método empleado	Operario	CALIDAD (Porcentaje de verde cosechado)	
		á	CV
Mejorado	1	1,0 C*	52,1
	3	1,2 C	34,5
	4	1,0 C	61,3
	5	1,1 C	67,6
Tradicional	6	1,4 BC	36,3
	7	2,1 A	33,6
	8	1,8 AB	42,0
	9	1,0 C	43,9
	10	2,0 A	35,4

\* Promedios con letras no comunes implican diferencia estadística según prueba de Duncan al 5%.

**Tabla 8.** Promedio y coeficiente de variación para las variables asociadas a los indicadores de eficacia, calidad y pérdidas, para cada operario y altura de la planta, en cada método de recolección evaluado.

Operario	Altura total promedio (cm)	EFICACIA		PÉRDIDAS		CALIDAD		
		Número de frutos maduros sin desprender		Número de frutos dejados en el suelo		Porcentaje de verde cosechado		
		á	CV (%)	á	CV (%)	á	CV (%)	
MÉTODO MEJORADO	1	164,6	6,8 A*	57,1	8,8 A	66,9	1,4 A	57,6
		157,7	6,0 A	51,3	9,6 A	75,1	0,7 A	31,1
		203,3	9,7 A	91,1	10,7 A	61,4	1,0 A	41,8
		239,5	8,1 A	56,4	8,4 A	34,7	0,9 A	44,9
	3	164,6	8,1 A	40,6	10,8 A	63,0	1,3 A	20,9
		157,7	6,6 A	43,0	13,4 A	62,3	1,3 A	28,3
		203,3	11,8 A	46,2	14,5 A	62,6	1,2 A	57,2
		239,5	8,9 A	64,6	7,8 A	24,9	0,9 A	14,5
	4	164,6	9,2 A	37,0	8,8 A	51,3	0,9 A	69,6
		157,7	9,7 A	54,1	13,5 A	73,4	0,9 A	32,2
		203,3	10,9 A	46,4	15,2 A	68,5	1,1 A	35,2
		239,5	7,6 A	49,9	7,2 A	62,9	1,3 A	86,7
5	164,6	8,9 A	43,9	11,0 A	34,6	1,5 A	85,8	
	157,7	10,5 A	34,0	11,0 A	61,3	1,4 A	28,8	
	203,3	9,4 A	73,7	13,9 A	58,8	1,0 A	29,4	
	239,5	10,9 A	38,7	8,0 A	52,8	0,7 A	48,0	
MÉTODO TRADICIONAL	6	164,6	8,9 A	53,4	11,3 A	55,0	1,3 A	43,4
		157,7	11,3 A	18,7	15,9 A	49,3	1,3 A	23,6
		203,3	11,6 A	63,0	18,6 A	42,0	1,5 A	38,8
		239,5	17,5 A	31,5	17,4 A	33,8	1,6 A	44,0
	7	164,6	10,1 A	50,3	13,1 A	46,7	1,8 B	20,5
		157,7	12,4 A	30,8	17,3 A	41,6	1,9 B	19,9
		203,3	15,4 A	59,8	18,2 A	43,9	2,9 A	31,6
		239,5	13,0 A	29,8	15,8 A	27,6	1,7 B	25,0
	8	164,6	14,1 A	31,8	14,0 A	37,6	2,0 A	49,0
		157,7	15,6 A	31,8	16,2 A	51,7	1,6 A	65,1
		203,3	15,1 A	21,6	15,7 A	52,6	2,0 A	38,5
		239,5	13,3 A	21,0	14,3 A	51,8	1,7 A	21,5
9	164,6	8,1 A	52,5	9,7 A	26,6	0,9 A	42,2	
	157,7	9,9 A	36,2	14,1 A	55,4	0,8 A	7,3	
	203,3	11,9 A	60,8	13,4 A	32,1	1,2 A	55,0	
	239,5	9 1 A	34,2	14,4 A	40,5	1,0 A	47,7	
10	164,6	9,9 A	44,5	15,1 A	41,9	2,1 A	54,2	
	157,7	10,5 A	19,6	11,8 A	77,0	1,9 A	39,8	
	203,3	15,8 A	49,3	21,8 A	32,1	2,0 A	28,9	
	239,5	14,0 A	31,6	17,1 A	24,0	2,1 A	27,4	

\* Promedios con letras no comunes implican diferencia estadística según prueba de Duncan al 5%.

**Tabla 9.** Promedio y coeficiente de variación por operario para las variables asociadas al indicador de eficiencia, de acuerdo con el alcance máximo vertical de pie en cada altura del árbol evaluada.

Altura de la planta (cm)	Alcance máx. Vertical de pie (cm)	Operario	EFICIENCIA					
			Carga (kg)		kg de café recolectado/hora		Tiempo/árbol (min.)	
			á	CV	á	CV	á	CV
164,6	178,8	1	0,4 A	43,2	16,6 AB	21,5	1,2 A	46,1
	171,4	8	0,4 A	49,0	15,7 ABC	24,1	1,1 A	46,5
	168,5	10	0,4 A	38,3	16,7 AB	23,9	1,2 A	45,4
	167,3	4	0,3 A	58,7	12,8 ABC	17,7	1,3 A	39,9
	163,9	7	0,5 A	59,2	17,7 A	23,7	1,1 A	43,5
	160,3	5	0,3 A	37,7	10,4 C	17,9	1,5 A	33,2
	158,3	3	0,4 A	55,3	12,9 ABC	23,6	1,2 A	44,1
	153,6	6	0,4 A	55,9	11,3 BC	28,5	1,4 A	53,7
	153,2	9	0,5 A	37,0	12,7 ABC	23,5	1,3 A	35,3
157,7	178,8	1	0,5 A	30,1	18,5 ABCD	14,8	1,7 AB	59,4
	171,4	8	0,4 A	35,9	18,7 ABC	15,5	1,5 AB	13,1
	168,5	10	0,4 A	37,4	20,1 AB	9,8	1,4 B	28,5
	167,3	4	0,5 A	35,6	13,3 CD	9,0	2,0 AB	33,5
	163,9	7	0,4 A	28,9	20,9 A	10,3	1,3 B	30,5
	160,3	5	0,4 A	42,7	13,2 D	15,6	2,4 A	24,8
	158,3	3	0,4 A	26,6	14,6 BCD	8,5	1,9 AB	32,7
	153,6	6	0,4 A	34,1	13,4 CD	12,5	2,0 AB	24,3
	153,2	9	0,4 A	35,1	18,9 AB	42,2	1,5 AB	19,7
203,3	178,8	1	0,3 A	26,5	11,6 BC	14,3	1,8 B	21,1
	171,4	8	0,5 A	18,1	13,7 AB	17,0	1,6 B	11,8
	168,5	10	0,5 A	29,7	14,5 A	11,9	1,5 B	14,2
	167,3	4	0,5 A	22,1	10,6 CDE	11,4	2,8 AB	49,7
	163,9	7	0,5 A	14,7	14,6 A	13,1	1,4 B	12,0
	160,3	5	0,5 A	23,8	8,3 DE	12,4	2,5 AB	20,0
	158,3	3	0,5 A	15,9	10,8 CD	7,9	2,0 AB	10,3
	153,6	6	0,4 A	27,6	8,1 E	14,1	3,5 A	72,0
	153,2	9	0,5 A	18,8	10,2 CDE	21,6	2,2 AB	53,8
239,5	178,8	1	0,5 A	54,2	12,2 AB	31,6	3,2 B	18,7
	171,4	8	0,5 A	60,4	12,5 AB	32,8	2,8 B	20,1
	168,5	10	0,6 A	45,6	14,8 A	25,4	2,6 B	14,4
	167,3	4	0,6 A	71,6	9,5 AB	28,7	3,5 B	34,1
	163,9	7	0,6 A	59,4	14,7 A	37,5	2,7 B	7,9
	160,3	5	0,5 A	49,6	7,3 B	40,8	5,2 A	45,0
	158,3	3	0,5 A	39,2	10,1 AB	29,4	3,2 B	22,2
	153,6	6	0,5 A	42,8	7,6 B	30,1	4,3 AB	26,0
	153,2	9	0,5 A	26,4	9,2A	33,9	3,8 AB	16,2

\* Promedios con letras no comunes implican diferencia estadística según prueba de Duncan al 5%.

En el rendimiento operativo, en general, los recolectores fueron más eficientes en la menor altura evaluada con respecto a las dos mayores, en ambos métodos (Tabla 10). Además, los homólogos del método mejorado en el método tradicional en cada altura evaluada, en la mayoría de los casos presentaron estadísticamente igual desempeño, lo cual se esperaba, dado que el grupo del método tradicional presentó mejores resultados en cuanto a la flexibilidad y elasticidad

(Tabla 3) y además, el grupo del método mejorado no alcanzó en la capacitación los estándares establecidos.

Como la altura de la planta no tiene efecto en las variables asociadas a los indicadores de eficacia, pérdidas y calidad, pero sí en la eficiencia, con los resultados de esta investigación, se corroboró la hipótesis de trabajo, para tres de las cuatro variables que describen el desempeño operativo.

**Tabla 10.** Promedio e intervalos de confianza para el rendimiento operativo (kg/h), por altura, por método y para 4 operarios por método.

Altura total promedio (cm)	Operario	Método Mejorado			Método Tradicional			
		á	LI.	LS.	Operario	á	LI.	LS.
157,7	1	12,7 A*	9,60	15,77	8	20,1 A	16,92	23,20
164,6		10,4 AB	7,47	13,42		16,7 AB	10,34	23,04
203,3		8,3 B	6,67	9,95		14,5 B	11,71	17,20
239,5		7,3 B	2,57	12,07		14,8 B	8,80	20,71
157,7	3	18,9 A	6,20	31,61	6	20,9 A	17,43	24,26
164,6		12,7 AB	7,95	17,45		17,7 AB	11,04	24,38
203,3		10,2 B	6,68	13,67		14,6 B	11,53	17,62
239,5		9,2 B	4,23	14,16		14,7 B	5,93	23,54
157,7	4	13,3 A	11,42	15,24	10	14,6 A	12,67	16,62
164,6		12,8 A	9,22	16,46		12,9 AB	8,07	17,77
203,3		10,6 AB	8,64	12,46		10,8 B	9,41	12,12
239,5		9,5 B	5,14	13,78		10,1 B	5,35	14,77
157,7	5	14,1 A	11,65	16,64	9	18,7 A	14,12	23,36
164,6		11,3 AB	6,18	16,46		15,7 AB	9,66	21,69
203,3		8,1 BC	6,31	9,96		13,7 AB	10,03	17,44
239,5		7,6 C	3,93	11,17		12,5 B	5,98	19,07

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

LI. y LS.: Límites inferior y superior, respectivamente, para el promedio poblacional, con un coeficiente de confianza del 95%.

Los resultados de este estudio permitieron concluir que la altura de la planta no tiene efecto en las variables asociadas a los indicadores de eficacia, pérdidas y calidad, pero sí en la eficiencia. De igual forma, se logró determinar que para la asimilación de los componentes del método mejorado de la recolección por parte de los operarios, se hace necesaria la capacitación de forma continua como proceso de transferencia tecnológica, así como la constante evaluación de los operarios en el desarrollo de este método.

Con el tiempo de capacitación invertido en esta investigación, los operarios no alcanzaron los límites establecidos, pero sí disminuyeron las pérdidas en un 49%. El alcance máximo vertical no tiene influencia en el desempeño operativo de los recolectores. Aquellos recolectores con mejores resultados de flexibilidad y elasticidad, presentaron mejor rendimiento operativo.

Finalmente, es necesario incentivar al operario tanto a nivel económico como en el personal, para que se sienta a gusto en su trabajo y desarrolle las actividades del proceso de la recolección con resultados satisfactorios.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores manifiestan sus agradecimientos a la Federación Nacional de Cafeteros de

Colombia, al Dr. Jaime Arcila Pulgarín y al Dr. Celso Arboleda, asesores de este trabajo y al personal técnico y administrativo de la Estación Central Naranja.

### LITERATURA CITADA

1. BUSTILLO, A. E. El manejo de cafetales y su relación con el control de broca del café en Colombia. Boletín Técnico N° 24: 1 - 40. 2002.
2. MARTÍNEZ V, W. Certificación como entrenador personal. Cali, junio 1 - 6, 2002. Memorias. Santiago de Cali. Escuela Nacional del Deporte, 2002. 119 p.
3. 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.
4. Test de Cooper. <http://www.fcmax.com/herramientas/cooper.asp> (consultado en mayo de 2003).
5. VÉLEZ, J. C; MONTOYA, E. C; OLIVEROS, C. E. Estudio de Tiempos y Movimientos para el mejoramiento de la cosecha manual del café. Boletín Técnico Cenicafé No. 21:1-91. 1999.
6. VÉLEZ, J. C. Estudio del sistema operativo de la cosecha manual del café. In: CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ. CENICAFÉ. Informe anual de actividades de la Disciplina de Biometría. Octubre 1999 - Septiembre 2000. Chinchiná, Cenicafé, 2000. 1-20 p.