

# EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS FRUTOS MADUROS DE CAFÉ EMPLEANDO TÉCNICAS NO SELECTIVAS DE RECOLECCIÓN MANUAL

Luis E. Isaza-Gil\*; Esther C. Montoya-Restrepo\*\*; Juan C. Vélez-Zape\*\*\*;  
Carlos E. Oliveros-Tascón\*\*\*

---

## RESUMEN

**ISAZA G., L.E.; MONTOYA R., E.C.; VÉLEZ Z., J.C.; OLIVEROS T., C.E. Evaluación de la concentración de los frutos maduros de café empleando técnicas no selectivas de recolección manual. Cenicafé 57(4):274-287.2006.**

En la Estación Experimental La Catalina (Pereira, Risaralda), en un lote de la variedad Colombia, de tercera cosecha, establecido a 1 x 1m, se evaluaron cinco técnicas de desprendimiento sobre el desempeño operativo de los recolectores, con el fin de apoyar el desarrollo de tecnologías para disminuir el costo unitario de recolección de café. En la primera etapa del estudio se identificaron los patrones de concentración de los frutos maduros en la rama, dividiéndolas en tercios para determinar si los frutos maduros se concentran en: 1/3 de su longitud, 2/3 separados, 2/3 contiguos ó 3/3. La segunda concentración fue la de menor frecuencia y las demás se encontraron en más del 73% de los árboles. En la segunda etapa se evaluó el efecto de la concentración de los frutos en la recolección empleando cinco técnicas: método tradicional y método mejorado (técnicas selectivas), ordeño total y ordeños parciales usando en el repase el método mejorado y el método tradicional (métodos no selectivos). Se encontró que las variables asociadas a la eficiencia y la calidad dependen de la técnica de desprendimiento, de la concentración y del porcentaje de maduración. La eficiencia con una técnica no selectiva fue cinco veces mayor a la alcanzada con el método tradicional. La calidad solamente fue aceptable con las técnicas selectivas.

**Palabras clave:** Café, método manual, método mejorado de cosecha, ordeño total y parcial, desempeño operativo.

---

## ABSTRACT

Five detachment techniques on the operative performance of the pickers were evaluated in order to support the development of technologies to decrease the unitary cost of coffee picking. That study was carried out in the Experimental Station La Catalina (Pereira, Risaralda) in a plot sown with Colombia variety of third harvest established at 1 x 1 m. In the first stage of the study the concentration patterns of the mature fruits in the branches were identified, dividing them into three parts to determine whether the mature fruits were concentrated in the first third of the branch length, in two separated thirds, in two contiguous thirds or in the whole branch. The second concentration pattern exhibited the lowest frequency and the others were present in 73% or more of the trees. In the second stage, the effect of the fruits concentration on the picking using five techniques: traditional method and improved method (selective techniques), total stripping and partial strippings, using in the second pass the improved method and the traditional method (nonselective methods), was evaluated. It was found that the variables associated with efficiency and quality depend on the detaching technique, on the concentration and on the percentage of mature fruits. The efficiency with one nonselective technique was five times greater than the one reached with the traditional method. The quality was acceptable only with the selective techniques.

**Keywords:** Coffee, hand picking, improved harvest method, total stripping and partial stripping, operative performance.

---

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

\*\* Investigador Científico III. Biometría. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, Chinchiná, Caldas, Colombia.

\*\*\*Asistente de Investigación, hasta agosto de 2005, e Investigador Principal I, Ingeniería Agrícola. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

En el mundo, la recolección del café se realiza empleando métodos selectivos (*picking*) y no selectivos (*stripping*), de acuerdo a cómo se efectúe el desprendimiento de los frutos (11). La recolección selectiva consiste en identificar y desprender uno a uno los frutos maduros de los árboles lo cual unido al beneficio húmedo, entre otras prácticas de postcosecha, garantiza la producción de cafés suaves de buena calidad. Sin embargo, debido a que el desprendimiento de los frutos es individual y cuidadoso, la eficiencia de la mano de obra empleada en esta actividad es relativamente baja (9, 10).

Los métodos no selectivos se caracterizan por el desprendimiento masivo de los frutos, donde no se selecciona el material que se desea desprender; bajo este esquema tienen cabida algunos métodos aplicados por personas y por máquinas. Estos métodos se practican en países donde la mano de obra es escasa o las extensiones del cultivo no permiten una cosecha selectiva. En Brasil, por ejemplo, se aplican con gran éxito dado que tienen una cosecha más concentrada que en Colombia, y de esta manera recolectan la totalidad de la producción de café en menos de tres meses, en regiones como Minas Gerais, el estado de mayor producción. La Guía Rural (2), reporta seis métodos para la recolección de café en Brasil, de los cuales en cinco se realiza un desprendimiento no selectivo. De otro lado, debido a que gran parte de la caficultura de este país se desarrolla en terrenos con topografía plana, ha sido posible la implementación de sistemas mecanizados de alto rendimiento, diseñados para desprender la totalidad de los frutos del árbol en un solo pase. Bajo el esquema de la recolección no selectiva se obtiene un producto con niveles de frutos verdes entre 20,2% y 38,6% en la masa cosechada (1, 6), con los cuales se afecta la calidad de la bebida, y en consecuencia el producto se cotiza a menor precio en el mercado internacional.

Debido a la alta calidad del café que se produce en Colombia, los frutos verdes en la masa cosechada son un factor que se tiene en cuenta para preservar la calidad de la bebida. En efecto, según los resultados publicados por Puerta (5), la acidez de la bebida se ve afectada cuando el porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada sobrepasa el 2% (con base en el peso); por otra parte, el amargo, el cuerpo y la impresión global se ven alterados cuando se sobrepasa el 2,5%. En muestras obtenidas con 100% de frutos maduros se aceptó el 100% de las tazas, mientras que cuando contenía 2% de frutos verdes solo se aceptó el 80% de las tazas, y ésta cayó abruptamente al 15% cuando el porcentaje de frutos verdes en la muestra fue del 2,5%. Puede afirmarse que para preservar la calidad del café colombiano deben mantenerse porcentajes de frutos verdes en la masa cosechada inferiores al 2% con base en el peso del fruto.

Wallis (9), con el fin de aumentar la eficiencia de la mano de obra involucrada en el proceso de la recolección del café en Colombia, evaluó dos técnicas de desprendimiento de frutos con características de métodos masivos pero con criterios de selectividad. Con estos sistemas no hubo diferencias en el porcentaje de frutos maduros desprendidos (eficacia) en relación con el sistema tradicional (testigo); sin embargo, el porcentaje de frutos dejados en el suelo (pérdidas) fue menor. Debido a que con estos sistemas las manos se mueven en ciclos básicos compuestos de seis a tres micromovimientos, el rendimiento operativo (eficiencia), expresado en kilogramos de frutos desprendidos por hora, aumentó en más de un 100% en relación con los registrados en el método tradicional, en el cual se ejecutan ciclos básicos compuestos estrictamente por seis Therbligs. Con estos resultados Wallis (9) prevé disminuciones en el costo unitario de la recolección entre 25,7% y 63,6%.

Cabe anotar que con las técnicas de desprendimiento masivo disminuyó el porcentaje de frutos maduros en la masa cosechada (calidad), con promedios entre 84,5% y 88,1%, en relación con el 97,9% del método tradicional. El análisis mostró que al aumentar la eficiencia de recolección disminuyó el porcentaje de frutos maduros en la masa cosechada; no obstante, en uno de los cuatro lotes evaluados se encontró que al aplicar las técnicas de desprendimiento masivo se obtuvo hasta un 96% de frutos maduros en la masa cosechada, que la autora explicó por la distribución concentrada de los frutos maduros en las ramas. De esta manera se formuló la hipótesis que bajo ciertas condiciones de porcentaje de maduración y patrón de distribución de los frutos maduros en las ramas, con las técnicas de desprendimiento masivo se aumenta la eficiencia y se mantiene la calidad de la bebida del café.

Por tanto, el objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de la distribución de los frutos maduros en la rama, su porcentaje y cinco técnicas de desprendimiento, sobre el desempeño operativo de los recolectores, para identificar los factores involucrados en esta operación que permitan aumentar la eficiencia y mantener la calidad con el propósito de disminuir los costos unitarios de la recolección.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se adelantó en la Subestación Experimental La Catalina de Cenicafé ubicada en Pereira (Risaralda), en un lote de la variedad Colombia de cereza roja, de tercera cosecha, sembrado a 1 x 1m, con una pendiente menor al 10%.

Inicialmente se determinó la frecuencia en el campo de cuatro patrones de concentración de frutos maduros en las ramas (Tabla 1)

y posteriormente, se evaluó el efecto de la concentración de los frutos maduros y diferentes técnicas de desprendimiento en el desempeño operativo de los recolectores.

Para cuantificar la frecuencia en el campo de cada uno de los patrones, la rama se dividió imaginariamente en tres partes y se determinó, subjetivamente, el patrón de concentración.





Para establecer la frecuencia de cada patrón, se realizaron dos réplicas correspondientes a dos pases de cosecha. La primera, entre el 29 de septiembre y el 3 de octubre, en la cual se tomaron 632 ramas en 52 árboles (4,2% de los 1.250 árboles del lote) y la segunda, en el período comprendido entre el 27 de octubre y el 7 de noviembre de 2003, donde se evaluaron 3.744 ramas en 320 árboles (25,6% de 1.250 árboles).

Para determinar el efecto de la concentración de los frutos maduros y las diferentes técnicas de desprendimiento en el desempeño operativo de los recolectores, se conformaron como tratamientos la combinación de los patrones de concentración de los frutos maduros más frecuentes (según la actividad anterior) y cuatro porcentajes de maduración (Tabla 2).

El efecto de los tratamientos y de las técnicas de desprendimiento se evaluó bajo el diseño experimental de parcelas divididas, de tal manera que el factor de bloqueo fue el recolector. La parcela principal y la subparcela la conformaron la técnica de desprendimiento y los tratamientos, respectivamente. Se tuvieron en total cinco recolectores (bloques).

De acuerdo con el diseño experimental, el lote disponible para el experimento se dividió en cinco secciones (número de bloques) y a su vez, cada una de ellas se subdividió en cinco parcelas (número de técnicas de desprendimiento). La sección y la parcela

**Tabla 1.** Patrones de concentración propuestos para los frutos maduros en la rama.

Patrón	Descripción	Ejemplo
1/3	Concentración de la maduración en un tercio de la rama. La concentración puede encontrarse en cualquier tercio.	
2/3 C	Concentración de la maduración en dos tercios contiguos de la rama. Sea en los tercios medio y distal o medio y proximal (caso que se muestra).	
2/3 S	Concentración de la maduración en dos tercios separados de la rama.	
3/3	Concentración de la maduración en los tres tercios de la rama.	

**Tabla 2.** Descripción de los tratamientos.

Tratamiento	Patrón de concentración	Porcentaje de frutos maduros en la rama	Promedio del porcentaje de frutos maduros en la rama
1	1/3		
2	2/3C	25 – 40	32,5
3	3/3		
4	1/3		
5	2/3C	40 – 55	47,5
6	3/3		
7	1/3		
8	2/3C	55 – 70	62,5
9	3/3		
10	1/3		
11	2/3C	70 – 85	77,5
12	3/3		

estuvieron constituidas por 250 y 50 árboles, respectivamente.

Los bloques, las parcelas principales y las subparcelas fueron asignados de acuerdo al diseño experimental propuesto, de tal forma que los cinco operarios y las cinco técnicas de desprendimiento evaluadas

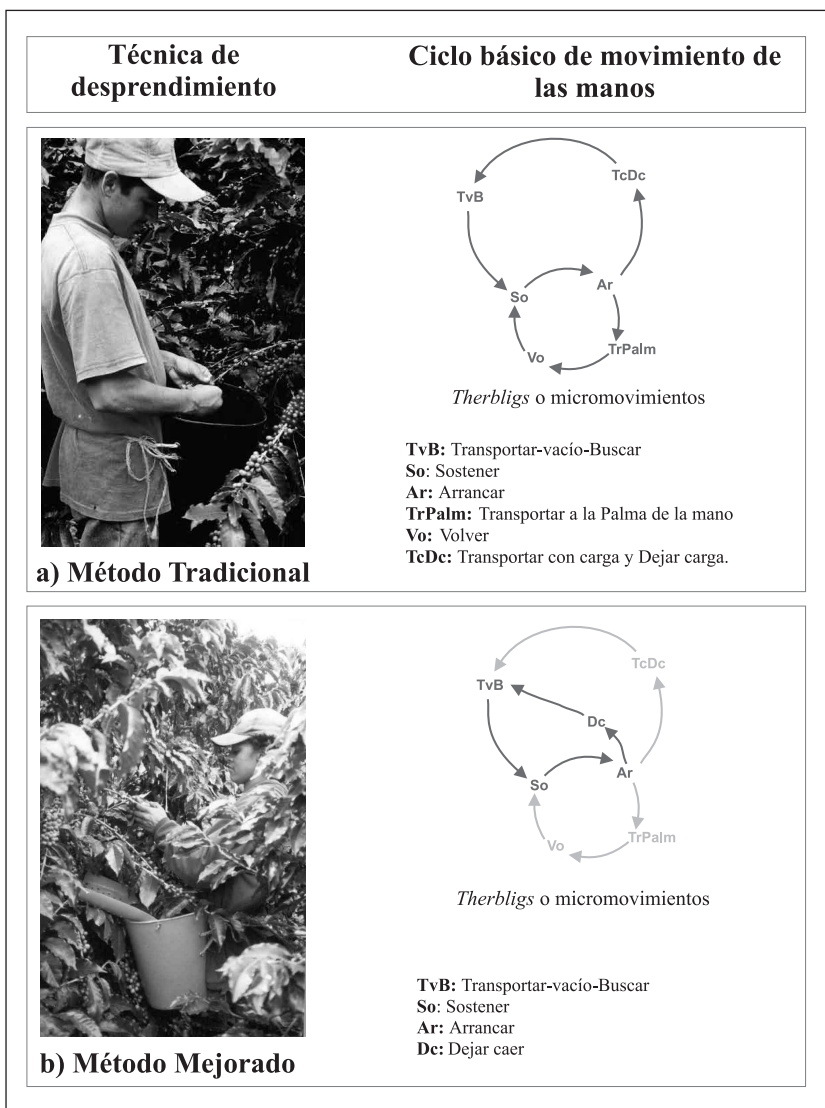
fueron asignadas de manera aleatoria, y en cada parcela se identificaron las ramas que cumplían las características para conformar los tratamientos.

A continuación se describe cada una de las técnicas de desprendimiento evaluadas.

- **Método Tradicional (MT).** En esta técnica se le pidió al recolector realizar un desprendimiento fruto a fruto, es decir siguiendo ciclos repetitivos de las manos compuestos de seis Therbligs (Figura 1a).
- **Método Mejorado (MM).** En esta técnica se le pidió al recolector seguir el movimiento de las manos propuesto

en el método mejorado de recolección (7)(Figura 1b).

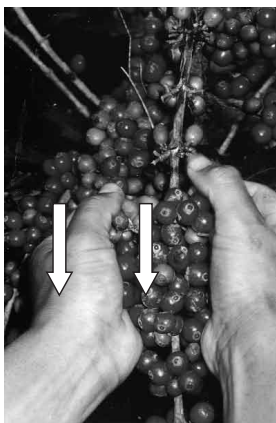
- **Ordeño total (OTO).** En esta técnica, el recolector realizó un desprendimiento masivo y generalizado en la rama, desde el nudo proximal donde encontró el primer fruto maduro hasta el último nudo distal con frutos maduros, deslizando su mano del tronco hacia afuera (9) (Figura 2a).



**Figura 1.** Ciclos básicos de movimientos de las manos para las técnicas selectivas de recolección evaluadas. Fuente: Vélez *et al.* (7).

## Técnica de desprendimiento

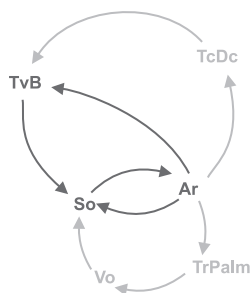
## Ciclo básico de movimiento de las manos



a) Ordeño Total



b) Ordeño Parcial con repase



**TvB:** Transportar-vacío-Buscar  
**So:** Sostener  
**Ar:** Arrancar

**Figura 2.** Ciclos básicos de movimientos de las manos para las técnicas no selectivas de recolección evaluadas. Fuente: Wallis (9).

- **Ordeño parcial con repase usando el método tradicional (OPMT).** En esta técnica se le pidió al recolector que hiciera un desprendimiento masivo localizado sólo en aquellos nudos donde predominaran los frutos maduros sobre los inmaduros (9) (Figura 2b), y en aquellos donde se encontrara en su mayoría frutos inmaduros. Se realizó un desprendimiento selectivo (fruto a fruto) empleando el ciclo básico del método tradicional de seis Therbligs.
- **Ordeño parcial con repase usando el método mejorado (OPMM).** En esta técnica

el recolector realizó el desprendimiento masivo localizado, de igual forma que lo hizo en el caso anterior (Figura 2b), pero el desprendimiento selectivo se realizó usando el movimiento de manos compuesto de cuatro Therbligs propuestos en el método mejorado.

Para la aplicación de los tratamientos se entrenaron cinco operarios en la ejecución de cuatro de las cinco técnicas de desprendimiento descritas, y se excluyó el método tradicional. Inicialmente, a los recolectores se les explicaron las técnicas de desprendimiento de forma

teórica y después se hizo una práctica durante un día, hasta que demostraron las aptitudes para realizar la labor.

Una vez entrenados los operarios y definidos los tratamientos (Tabla 2), en cada parcela se localizaron y señalaron las ramas que reunían las características de concentración de los frutos maduros y el porcentaje de maduración para conformar los tratamientos, y en cada una de ellas se contó el número de frutos inmaduros y maduros para determinar el porcentaje de maduración. Además, en cada tercio se contó el número de frutos maduros y al relacionarlo con respecto al total de la rama se determinó el patrón de concentración, así se consideró una concentración en 1/3 de la rama cuando en alguno de los tercios el porcentaje de frutos maduros superó el 33,3% y en los otros dos fue menor al mismo valor; el mismo criterio se siguió para determinar los demás patrones de concentración, excepto para la concentración en 3/3, en el cual en cada uno de los tercios se encontró una concentración de los frutos maduros mayor al 28%.

Por cada rama (unidad de trabajo), se registró el tiempo de desprendimiento, el número de frutos dejados en ella después de la recolección y el número de frutos maduros y verdes cosechados.

En todas las técnicas de desprendimiento se usó el dispositivo lengua corta propuesto por Vélez *et al.* (7), excepto en el método tradicional donde se utilizó sólo el “coco recolector”.

Como variables de respuesta se tomaron las asociadas a los indicadores de eficiencia, eficacia y calidad, es decir: rendimiento operativo expresado en kilogramos de café recolectados por hora, porcentaje de frutos maduros desprendidos y porcentaje de frutos verdes recolectados, respectivamente.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la identificación de la frecuencia en el campo de cada uno de los patrones, en la primera réplica se encontró que el patrón de concentración de frutos maduros en 2/3S fue el más escaso (Tabla 3), de tal manera que solo 10 ramas de las 632 evaluadas presentaron dicho patrón (1,58%).

Las diez ramas con una concentración de sus frutos maduros en los 2/3S se encontraron en siete de los 52 árboles caracterizados. A su vez, en estos siete árboles, en promedio por árbol, sólo el 13,6% de las ramas tuvieron un patrón de concentración de la maduración en los 2/3S, mientras que descriptivamente, el patrón más común en el pase de cosecha

**Tabla 3.** Número de ramas con cada patrón de concentración de los frutos maduros en las dos réplicas realizadas.

Patrón	Réplica 1		Réplica 2	
	Número de ramas	Porcentaje	Número de ramas	Porcentaje
1/3	236	37,34	1.031	27,54
2/3 C	169	26,74	919	24,55
2/3 S	10	1,58	149	3,98
3/3	217	34,34	1.645	43,93
Total	632	100	3.744	100

caracterizado fue el correspondiente a la concentración en 1/3 de la rama, la cual se encontró en el 96,2% de los árboles, con un promedio del 49,5% de las ramas por árbol (Tabla 4). Los dos patrones de concentración restantes se encontraron en proporciones similares en lo que respecta al número de árboles y al porcentaje de ramas con cada patrón de concentración por árbol (Tablas 3 y 4).

En la réplica 2 se encontró algo similar a lo observado en la primera, respecto a la concentración de los frutos maduros en los 2/3S de la rama, esto se nota si se tiene en cuenta que de las 3.744 ramas evaluadas, solo 149 presentaron dicho patrón, es decir el 3,98% (Tabla 3). Estas 149 ramas se distribuyeron en 112 árboles de los 320 caracterizados, es decir en el 35%. A su vez en estos 112 árboles, en promedio, el 11% de las ramas tuvieron un patrón de concentración de la maduración en los 2/3S. Las concentraciones en 1/3, 2/3C y 3/3 se encontraron en proporciones mayores al 92,2% de los árboles (Tabla 4) y en cada uno, para cada patrón de concentración, se observaron en promedio el 31,8%, 27,4% y 43,6% de ramas con dichas características, respectivamente.

La baja frecuencia relativa (por debajo del 3,98%) del patrón de concentración de la maduración en 2/3S, en los dos pases de cosecha, llevó a excluirlo de la conformación de los tratamientos. Por tanto, se organizaron 12 tratamientos para la evaluación del efecto de la concentración de los frutos maduros, y se emplearon cinco técnicas de desprendimiento (Tabla 2).

Los resultados del análisis de varianza muestran el efecto de la interacción de la técnica de desprendimiento por el tratamiento con las variables rendimiento operativo y porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada; mientras que no hubo efecto ni de la interacción, ni de la técnica de desprendimiento ni del tratamiento en el porcentaje de frutos maduros desprendidos (eficacia) (Tabla 5). Este resultado indica que la variable porcentaje de frutos maduros desprendidos (eficacia), no depende de la interacción de la técnica de desprendimiento por tratamiento ni de la técnica de desprendimiento utilizada, ni del porcentaje de maduración, ni del patrón de concentración de la maduración en la rama, debido a que un desprendimiento manual garantiza, en gran medida, una labor bien realizada (4, 7, 8, 9). Las eficacias alcanzadas en todas las técnicas de desprendimiento fueron mayores al 98,5% (Tabla 6).


**Tabla 4.** Número de árboles, porcentaje, promedio de porcentaje por árbol y coeficiente de variación, en los patrones evaluados por réplica.

Patrón	Réplica 1				Réplica 2			
	Árboles		Porcentaje por rama		Árboles		Porcentaje por rama	
	Número	%	Promedio	C.V. (%)	Número	%	Promedio	C.V. (%)
1/3	50	96,2	49,5	55,8	301	94,1	31,8	59,0
2/3C	40	76,9	30,6	47,5	295	92,2	27,4	54,3
2/3S	7	13,5	13,6	73,0	112	35,0	11,0	52,4
3/3	38	73,1	37,0	62,6	300	93,8	43,6	48,5



**Tabla 5.** Esquematación del análisis de varianza.

Indicador	Variable	Interacción	
		Técnica de desprendimiento por tratamiento	Técnica de desprendimiento
Eficacia	Frutos maduros desprendidos (%)		
Eficiencia	Rendimiento operativo (kg.h <sup>-1</sup> )		
Calidad	Frutos verdes en la masa cosechada (%)		

 No hay efecto

 Efecto

**Tabla 6.** Media y coeficiente de variación para la variable porcentaje de frutos maduros dejados en el árbol (eficacia), por técnica de desprendimiento, porcentaje de maduración y patrón de concentración de los frutos maduros en la rama.

Tratamiento		Técnica de desprendimiento									
		OPMM		OPMT		OTO		MM		MT	
PAT	PM	PROM	C.V. (%)	PROM	C.V. (%)	PROM	C.V. (%)	PROM	C.V. (%)	PROM	C.V. (%)
1/3	32,5	100	0	99,8	0,62	99,1	2,90	100	0	99,7	0,93
	47,5	100	0	99,8	0,51	100	0	100	0	98,5	3,14
	62,5	99,7	1,09	99,1	1,18	100	0	100	0	99,5	1,59
	77,5	100	0	99,8	0,75	98,7	3,38	99,7	0,96	100	0
2/3C	32,5	99,6	1,38	99,1	2,73	99,7	0,93	99,4	1,31	100	0
	47,5	99,8	0,60	99,4	1,37	100	0	99,3	1,56	99,9	0,47
	62,5	99,9	0,40	99,1	2,10	100	0	99,6	1,27	99,3	1,67
	77,5	100	0	100	0	100	0	99,7	0,96	99,8	0,63
3/3	32,5	99,9	0,45	98,8	4,00	99,9	0,41	99,7	1,04	100	0
	47,5	99,9	0,39	99,3	1,45	100	0	99,9	0,37	99,2	6
	62,5	100	0	99,9	0,33	99,9	0,45	99,4	1,33	99,8	0,79
	77,5	100	0	100	0	100	0	99,7	1,07	99,3	1,25

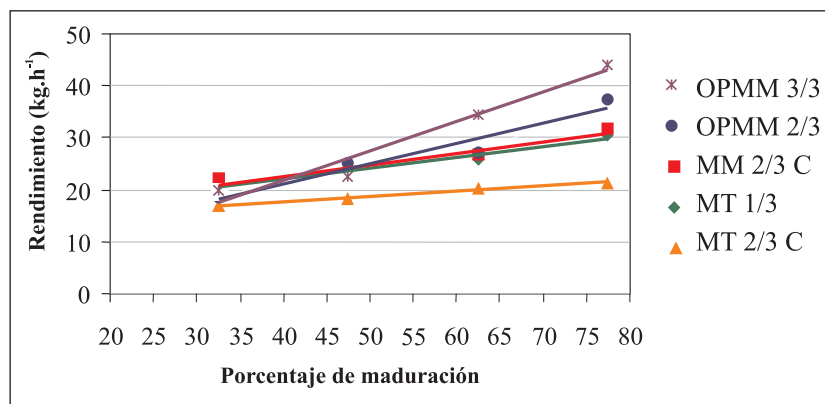
PAT: Patrón de maduración; PM: Porcentaje de maduración; OPMM: Ordeño parcial con repase con el método mejorado; OPMT: Ordeño parcial con repase con el método tradicional; MM: Método mejorado; MT: Método tradicional.

El rendimiento y el porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada dependen tanto de la técnica de desprendimiento como del patrón de concentración y del porcentaje de maduración (Tabla 5), de tal manera que para la variable rendimiento, al aplicar un ordeño parcial con repase y al usar el método mejorado en una rama con los frutos maduros concentrados (OPMM 3/3, OPMM 2/3C, MM 2/3C, MM 1/3 y MT 2/3C), se encontró una tendencia lineal positiva, es decir, que a medida que aumenta el porcentaje de maduración también aumenta el rendimiento operativo, sin tener en cuenta los tiempos muertos del proceso de recolección (Figura 3), mientras que en los demás tratamientos y sus respectivas técnicas de desprendimiento no se evidenció este efecto. En la Figura 4 se ilustra el intervalo para el promedio del rendimiento operativo, con un coeficiente de confianza del 95%, para aquellos tratamientos que no mostraron efecto con dicha variable. Debe anotarse que para el caso del OPMT se muestran los tres patrones de concentración en un solo intervalo.

A medida que las técnicas de desprendimiento se hacen más simples (menor número de micromovimientos) como el OPMM y MM (combinación de tres y cuatro, y

únicamente cuatro Therbligs, respectivamente), los kilogramos de café recolectados por unidad de tiempo se incrementan con el porcentaje de maduración, para los patrones de concentración que se muestran en la Figura 3; mientras que para el MT (técnica que se compone de un ciclo de movimientos de seis Therbligs), es más bajo el incremento del rendimiento entre porcentajes de maduración. Así, el rendimiento se incrementa en  $18,9\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$  al pasar de un promedio del porcentaje de maduración de 32,5 a 77,5% en el OPMM para la concentración 2/3C y en  $24,1\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$  para el patrón 3/3, y en el caso del MM el incremento es de 9,6 y  $9,7\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$  para los patrones 1/3 y 2/3C, respectivamente. Con el MT el rendimiento se incrementa en solo  $4,4\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$  para la concentración 2/3C (Tabla 7).

Para las técnicas y los patrones de concentración consignados en la Figura 3, cuando el promedio del porcentaje de maduración es del 32,5%, las diferentes técnicas de desprendimiento y los patrones de concentración muestran promedios de rendimiento por operario entre  $16,8$  y  $22,1\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$  (Tabla 7); mientras que para un promedio de porcentaje de maduración del 77,5%, el promedio de rendimiento por operario está



**Figura 3.** Comportamiento del rendimiento operativo por operario de acuerdo con los porcentajes de maduración para la combinación de algunas técnicas de desprendimiento con algunos patrones de concentración.

entre 21,2 y 44,1kg.h<sup>-1</sup> (Tabla 7), lo que descriptivamente indica mayores promedios y mayor amplitud.

Con un patrón de concentración en 3/3 de la rama y al utilizar el método mejorado (MM 3/3), se obtuvo igual promedio del rendimiento operativo que con la concentración 1/3 y el ordeño parcial con repase usando el método mejorado (OPMM 1/3) y el ordeño parcial con repase usando el método tradicional (OPMT), independiente del patrón de concentración (Figura 4). Los mismos patrones de concentración y técnicas de desprendimiento a su vez, son mayores que cuando se hacen desprendimientos fruto a fruto con el sistema MT en patrones 1/3 y 3/3 (Figura 4).

Para la variable porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada con un ordeño total en una rama con los frutos maduros concentrados de la siguiente manera: OTO 3/3, OTO 2/3C, OTO 1/3 y OPMT 1/3, se

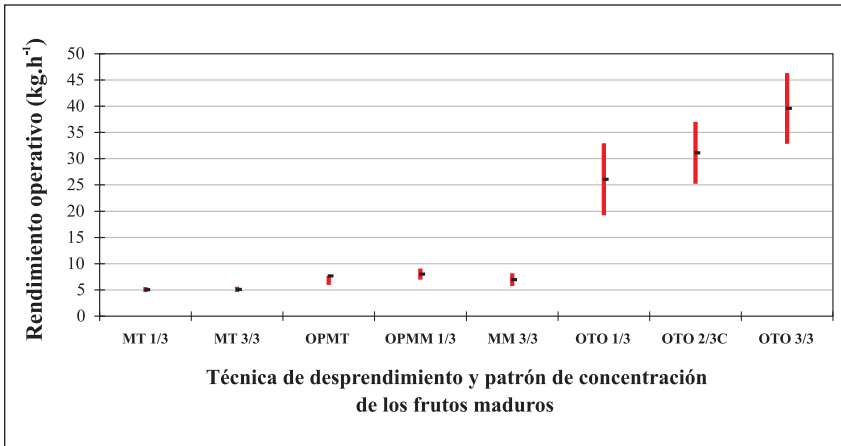
encontraron tendencias lineales negativas, es decir que al aumentar el porcentaje de maduración disminuye el porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada, y se observó una tendencia cuadrática cóncava hacia abajo para el patrón OPMT 2/3C (Figura 5). En la Figura 6 se ilustra el intervalo para el promedio de frutos verdes en la masa cosechada con un coeficiente de confianza del 95%, para aquellos tratamientos que no mostraron efecto con dicha variable.

Como se aprecia en la Figura 5 y en la Tabla 8, en los tres patrones de concentración del OTO para un promedio de porcentaje de maduración de 32,5% se alcanzaron contenidos de frutos verdes en la masa cosechada entre el 49,4% y el 58,8% (con base en el número) y valores entre 15% y 21,5% para el OPMT. La diferencia, en cuanto al contenido de frutos verdes, entre las dos técnicas se debe a la naturaleza misma del desprendimiento, ya que en la primera el desprendimiento es masivo mientras que en la segunda se

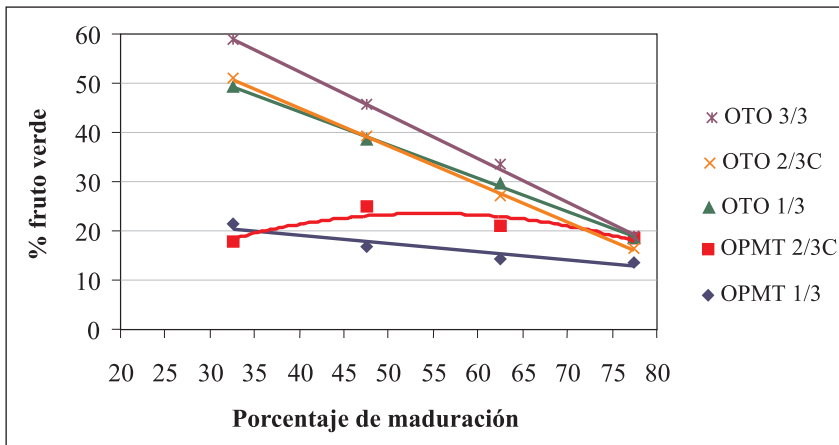
**Tabla 7.** Media y coeficiente de variación para la variable rendimiento (eficiencia), por técnica de desprendimiento, porcentaje de maduración y patrón de concentración de los frutos maduros en la rama.

Tratamiento		Técnica de desprendimiento									
		OPMM		OPMT		OTO		MM		MT	
PAT	PM	PROM	C.V. (%)	PROM	C.V. (%)	PROM	C.V. (%)	PROM	C.V. (%)	PROM	C.V. (%)
1/3	32,5	24,3	26,20	22,7	43,02	79,8	50,75	20,8	39,72	17,5	26,06
	47,5	27,7	33,26	26,3	65,50	93,0	38,43	23,5	31,94	17,6	27,43
	62,5	34,9	51,72	23,8	29,36	82,2	40,77	25,9	39,31	17,5	29,37
	77,5	28,4	37,92	31,9	59,88	120,7	118,75	30,4	29,67	20,4	32,61
2/3C	32,5	18,6	31,43	26,5	69,34	108,3	55,96	22,1	28,43	16,8	25,01
	47,5	25,3	24,06	25,0	41,87	120,8	57,70	23,1	30,73	18,3	30,83
	62,5	27,0	36,57	28,8	59,78	105,0	57,26	26,7	39,17	20,2	42,89
	77,5	37,5	29,63	32,0	37,39	114,2	72,08	31,8	54,85	21,2	33,76
3/3	32,5	20,0	33,35	20,9	36,38	115,2	27,37	20,2	21,84	17,0	25,91
	47,5	22,7	35,45	23,8	36,79	149,1	54,80	30,1	85,87	19,1	45,22
	62,5	34,5	30,20	36,7	104,61	167,2	57,13	24,0	17,23	18,2	23,70
	77,5	44,1	42,02	32,6	51,69	138,7	58,40	26,2	26,98	19,5	23,60

PAT: Patrón de maduración; PM: Porcentaje de maduración; OPMM: Ordeño parcial con repase con el método mejorado; OPMT: Ordeño parcial con repase con el método tradicional; MM: Método mejorado; MT: Método tradicional.



**Figura 4.** Rendimiento operativo por operario en las técnicas de desprendimiento y patrones de concentración que no mostraron efecto.

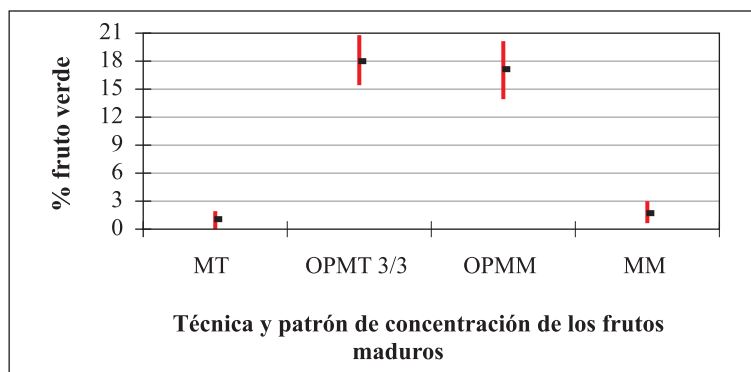


**Figura 5.** Comportamiento del porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada por operario, de acuerdo con los porcentajes de maduración, para la combinación de algunas técnicas de desprendimiento con algunos patrones de concentración.

tiene cierto grado de selectividad. Las dos técnicas de desprendimiento, a las cuales se hace referencia, poseen porcentajes de frutos verdes en la masa cosechada entre el 13,7% y el 18,9%, cuando el promedio del porcentaje de maduración es del 77,5%. Si estos últimos porcentajes se expresan con base en el peso del fruto, tomando como 1,99g el peso de un fruto maduro y 1,33g el de uno verde (3), los mismos serían 9,6% y 13,5% de frutos verdes, como se percibe entonces, no se alcanza el estándar recomendado por Puerta (5).

Por otra parte, en la Figura 6 se observa que el porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada es menor a medida que los desprendimientos son más selectivos. Para una concentración en 3/3 de la rama y al aplicar un ordeño parcial con repase usando el método tradicional (OPMT 3/3) y con el OPMM, independientemente del patrón de concentración, se encontraron porcentajes de frutos verdes en la masa cosechada entre 12,9% y 22,7% (Tabla 8) (9,0% y 16,4% con base en el peso del fruto, respectivamente). Mientras que para

**Figura 6.**  
Intervalo de confianza para el promedio de frutos verdes en la masa cosechada por operario (base en número), en las técnicas de desprendimiento y patrones de concentración que no mostraron efecto.



**Tabla 8.** Media y coeficiente de variación para la variable porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada (calidad), por técnica de desprendimiento, porcentaje de maduración y patrón de concentración de los frutos maduros en la rama.

Tratamiento		OPMM		OPMT		OTO		MM		MT	
PAT	PM	PROM	C.V. (%)	PROM	C.V. (%)	PROM	C.V. (%)	PROM	C.V. (%)	PROM	C.V. (%)
1/3	32,5	17,7	48,90	21,5	50,43	49,4	37,64	1,4	163,22	2,1	186,18
	47,5	22,7	29,63	16,7	37,70	38,7	21,00	1,6	189,00	0,7	316,23
	62,5	16,4	42,00	14,3	39,11	29,6	25,19	1,5	181,63	0,9	168,68
	77,5	14,4	28,76	13,7	28,04	18,7	30,57	1,5	208,90	0,2	316,23
2/3C	32,5	18,3	55,82	17,8	48,86	51,0	17,15	2,6	121,46	0,7	232,93
	47,5	18,0	53,20	24,9	32,36	39,1	16,63	1,9	125,09	0,1	316,23
	62,5	17,2	39,20	21,0	28,00	27,2	28,68	2,4	122,69	1,0	166,94
	77,5	12,9	38,33	18,6	31,14	16,6	28,27	1,5	123,96	1,4	274,01
3/3	32,5	16,9	68,59	15,0	73,87	58,8	10,99	1,7	211,37	1,4	217,12
	47,5	17,1	51,59	20,4	37,38	45,7	16,17	1,7	179,58	1,6	114,55
	62,5	20,0	29,05	20,6	28,11	33,5	16,98	2,1	136,65	0,9	175,80
	77,5	14,7	34,40	16,2	45,17	18,9	30,05	0,8	196,42	1,1	140,58

PAT: Patrón de maduración; PM: Porcentaje de maduración; OPMM: Ordeño parcial con repase con el método mejorado; OPMT: Ordeño parcial con repase con el método tradicional; MM: Método mejorado; MT: Método tradicional.

las técnicas de desprendimiento selectivas (MM y MT), independientemente del patrón de concentración, se alcanzaron contenidos de frutos verdes en la masa cosechada entre 0,1% y 2,6%, es decir, entre 0,1% y 1,8% con base en el peso del fruto,

respectivamente. Cabe resaltar entonces que con los únicos sistemas de desprendimiento que se alcanzan los estándares de calidad de la masa cosechada que permiten preservar la calidad de la bebida son las técnicas de desprendimiento selectivo (MM y MT).

En general, se puede establecer mediante este estudio que bajo la metodología adelantada, con las técnicas de desprendimiento masivo y con porcentajes de maduración en la rama hasta del 85%, no fue posible obtener una masa cosechada con los estándares de calidad necesarios para preservar la calidad del café colombiano (contenidos de frutos verdes menores al 2,0%) (5), por tanto, los mismos sistemas de desprendimiento serían viables si se cuenta con equipos que permitan la separación de los frutos verdes antes o durante el beneficio.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan los agradecimientos al doctor José Darío Arias C. jefe (R) de la Subestación Experimental La Catalina, así como a los recolectores que participaron en la evaluación.

### LITERATURA CITADA

1. CARVALHO, V.D. DE; CHALFOUN, S.M. Quality of coffee: influence of pre-harvest factors. *Planters' Chronicle* 81(6): 189-193. 1987.
2. GUÍA Rural. Os seis sistemas passo a passo. Río de Janeiro, Editora Abril, 1991. 22 p.
3. MARÍN L., S.M.; ARCILA P., J.; MONTOYA R., E.C.; OLIVEROS T., C.E. Escala de maduración para los frutos del cafeto *Coffea arabica* L. Avances Técnicos Cenicafé No. 315:1-8. 2003.
4. MARTÍNEZ R., R.A. Estudio de la cosecha manual de café en condiciones de altas pendientes. Cali, Universidad del Valle. Facultad de Ingeniería, 2004. 84 p. (Tesis: Ingeniero Agrícola).
5. 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.
6. TEIXEIRA, A.A.; FAZUOLI, L.C. Influencia de graos preto-verdes em ligas com cafés de bebida mole. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 12. Caxambu, Outubro 28 – 31, 1985. Trabalhos. Rio de Janeiro, IBC, 1985. p. 43-44.
7. VÉLEZ Z., J.C.; MONTOYA R., E.C.; OLIVEROS T., C.E. Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento de la cosecha manual del café. *Boletín Técnico Cenicafé* No. 21:1-91. 1999.
8. VILLEGAS B., M.J. Influencia de la altura de la planta de café *Coffea arabica* en el desempeño operativo del recolector. Cali, Universidad del Valle. Facultad de Ingeniería, 2003. 65 p. (Tesis: Ingeniera Agrícola).
9. WALLIS G., J.A. Estudio de sistemas no selectivos para la recolección manual del café *Coffea arabica*. Cali, Universidad del Valle, 2003. 78 p. (Tesis: Ingeniera Agrícola).
10. WANG, J.K. Time and motion studies of coffee picking in Kona. *Kenya Coffee* 31 (372): 555-557. 1966.
11. WILBAUX, R. El beneficio del café. Roma, FAO. Subdirección de Ingeniería Rural, 1963. 232 p.