

## COSECHA MANUAL DE CAFÉ CON ASISTENCIA NEUMÁTICA

Francisco Obdulio Palencia López\*; Carlos Eugenio Oliveros Tascón\*\*.

Fernando Alvarez Mejía\*\*\*.

### RESUMEN

---

**PALENCIA L.,F.O.; OLIVEROS T.,C.E.; ALVAREZ M.,F.** Cosecha manual de café con asistencia neumática.

En Cenicafé se evaluó un nuevo método para la cosecha manual de café en el cual se utiliza un procedimiento simplificado para desprender las cerezas y un dispositivo neumático para transportarlas desde la base del árbol hasta el almacenamiento temporal. El método simplificado propuesto por Vélez *et. al* para desprender las cerezas utilizado consta de únicamente cuatro actividades (Transportar vacío buscando, Sostener, Arrancar y Dejar carga) en lugar de las seis identificadas por Vélez *et al* en la cosecha manual tradicional. El dispositivo neumático, semiestacionario, desarrollado consta de: seis tolvas receptoras (sombrellas invertidas), que se colocan en la base de igual número de árboles para recibir el café desprendido por los recolectores; mangueras flexibles para transportar el café hasta la tolva de almacenamiento temporal; y un ventilador centrífugo accionado por un motor a gasolina. Los resultados obtenidos indican que con el nuevo método de recolección se mejoran los indicadores eficiencia y pérdidas de frutos al suelo. La calidad de la recolección con los dispositivos evaluados fue igual. El rendimiento operativo con el nuevo método fue inferior al observado con el método tradicional.

**Palabras Claves:** Cosecha manual, cosecha asistida, dispositivo neumático, café.

### ABSTRACT

---

At Cenicafé a new manual method for the hand picking of coffee cherries was evaluated. For the new method a simplified basic cycle for the detachment of cherries and pneumatic conveyor to transport them to a temporary storage bin were used. The simplified basic cycle for the detachment of coffee cherries, proposed by Vélez *et. al*, is composed of four activities (To transport empty looking for load, to hold, to detach and to leave load) instead of six as in the traditional method as pointed out by Vélez *et. al*. The pneumatic device is composed of six receiving hoppers (inverted sunshaaade) to be placed in the base of equal number of trees, to receive the coffee detached by the hand pickers; flexible hoses to transport the cherries to a temporary storage bin; and a centrifugal fan operated by a gas engine. From the results obtained efficacy and losses of coffee in the ground indicators are improved with the use of the new manual method of harvesting. The quality of the harvesting in both methods is the

---

\* Ingeniero Mecánico. Disciplina de Ingeniería Agrícola Centro Nacional de Investigaciones de café Cenicafé.

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

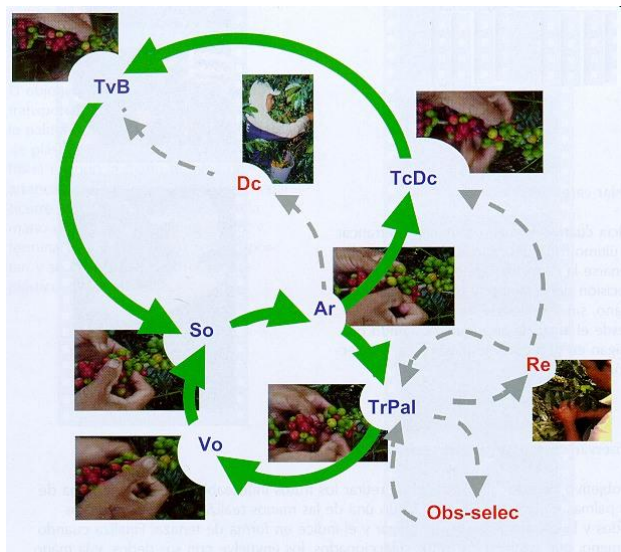
\*\*\* Profesor Titular. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín.

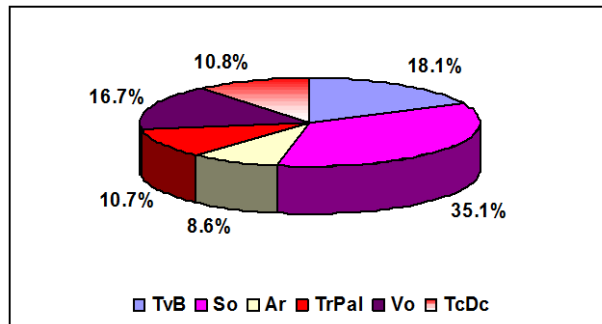
same. The yield with the new method was lower than the one observed in the traditional method.

**Key words:** Harvest, Hand picking, pneumatic device, Coffee

## INTRODUCCIÓN

En el estudio de tiempos y movimientos en la cosecha manual de café Vélez *et al.* (14) identificaron las actividades desarrolladas por los recolectores en Colombia para desprender los frutos maduros presentes en los racimos, ver Figura 1. Seis de ellas se repiten permanentemente constituyendo el ciclo básico para la cosecha manual de café (CBCMC). Las actividades del CBCMC son: Transportar vacío buscando carga (TvB), Sostener (So), Arrancar (Ar), Transportar a la palma de la mano (TrPal), Volver (Vo) y Transportar carga dejar carga (TcDc). En la Figura 1 también se presenta la proporción del tiempo empleado en cada una de las actividades del CBCMC. De la información anterior se tiene que: la actividad en que más tiempo se emplea es sostener (39.99%), seguida por TvB (19.05%). La actividad en que se emplea menos tiempo es arrancar (8.73%). Algunas de las actividades como TrPalm y TcDc podrían ser eliminadas si se dispusiera de dispositivos de asistencia apropiados (mallas, canastos modificados, transportadores neumáticos, etc).





**Figura 1.** Actividades en el ciclo básico de cosecha manual de café en Colombia y porcentaje de tiempo utilizado en cada actividad en el CBCMC. Fuente Vélez *et al.* (14)

El transporte neumático es frecuentemente utilizado en productos agrícolas por su simplicidad mecánica y por la versatilidad para movilizar materiales en lugares de difícil acceso (4,6,8,10,11).

Con el fin de mejorar el desempeño en la cosecha manual tradicional de café, Trujillo (13) diseñó un dispositivo neumático que permitía transportar el café desde la palma de la mano del recolector hasta una tolva colocada en su espalda con lo cual se eliminaban las actividades TrPalm y TcDc. Debido a la incomodidad ocasionada por el dispositivo no se logró incrementar el rendimiento del recolector ni disminuir las pérdidas de frutos al suelo.

Para superar las limitaciones encontradas con el dispositivo anterior, y disminuir los costos, Palencia (10) construyó un dispositivo neumático, semiestacionario, denominado AEROCAFE, el cual permite transportar café desde el sitio de trabajo de seis recolectores hasta su almacenamiento temporal. Con este equipo el recolector desprende y suelta el café en una tolva en forma de sombrilla invertida colocada en la base del árbol; por medio de mangueras flexibles de 2 pulgadas de diámetro el café es transportado hasta un ducto principal (manguera flexible de 4pulgadas), y finalmente depositado en un empaque plástico. Para generar los caudales y las presiones estáticas requeridas para transportar café, considerando varios flujos de granos y pendientes de transporte, se utilizó un ventilador centrífugo accionado por un motor a gasolina de 8 HP.

El equipo fue evaluado en condiciones de laboratorio con diferentes pendientes. Los resultados más importantes obtenidos por Palencia (10) fueron:

- La velocidad mínima de transporte para café cereza es de 1829 m/min (6000 pies/min).

- Los valores mínimos para los diámetros de los conductos en esta aplicación son 5,08 cm (2 pulgadas) para los conductos secundarios y 7,62 cm (3pulgadas) para el conducto principal.
- El factor más determinante en las pérdidas de presión estática en este sistema de transporte neumático es el flujo másico o cantidad de material transportado.
- El equipo “AEROCAFÉ” puede ser utilizado en pendientes hasta del 40%.
- La presión estática en el sistema con pendiente de 40% y flujo de café de 2,46 kg/min es 12,09 pulgada H<sub>2</sub>O.
- El equipo “AEROCAFÉ” puede ser operado para flujos de material de hasta 200 kg/día o 0,41kg/min por puesto de succión.



**Figura 2.** Equipo neumático para transportar café desde la base de los árboles diseñado por Palencia (14). Vista general del equipo (izquierda) y de las tolvas para la captura de frutos desprendidos y del sistema de transporte (derecha).

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Localización.** Los ensayos se realizaron durante la cosecha principal del 2.000 en la Estación Central Naranjal, localizada en el municipio de Chinchiná (Caldas), en zocas de segunda cosecha de variedad Colombia, terreno plano, distancia entre plantas de 2m x 1m, para una densidad de siembra de 5.000 árboles/Ha. Se evaluaron dos tratamientos, el nuevo método de cosecha utilizando un ciclo básico de recolección de cuatro actividades (TvB, So, Ar y Vo) para desprender los frutos con el equipo AEROCAFÉ y la recolección manual tradicional como testigo.

## Evaluación Técnica.

Se evaluó la labor de la recolección con la nueva tecnología considerándola desde el punto de vista global y en detalle.

Comentario [UsrCNIC1]: Global

La evaluación operativa global se realizó a través de los indicadores de pérdidas (cantidad de frutos maduros caídos al suelo) y de eficiencia (kilogramos cosechados por unidad de tiempo), además se realizaron observaciones de la calidad del café cosechado con el equipo y de la eficacia de la labor. Esta evaluación se realizó bajo un diseño conmutativo, donde los tratamientos fueron el nuevo método de cosecha y la recolección manual tradicional.

Comentario [UsrCNIC2]: global

Para cosechar café con el nuevo método se empleó la siguiente secuencia de trabajo:

Se introdujo el equipo entre el primer y segundo surco del lote a cosechar, de manera que quedara ubicado al inicio del surco, y el conducto principal en la calle; cada recolector procedió a instalar su tolva de captura y a cosechar el árbol correspondiente; una vez terminada la labor en este árbol, se retiró la tolva y se colocó en el árbol siguiente para repetir la operación; de esta manera en cada ubicación del equipo AEROCAFE se cosecharon doce árboles; este grupo de doce árboles se denominó unidad de trabajo. En total se contó con tres unidades de trabajo.

De la misma manera el tratamiento testigo (recolección manual tradicional) estuvo conformado por tres unidades de trabajo (U.T). Por lo tanto la unidad experimental estuvo conformada por 72 árboles. Se tuvieron 10 unidades experimentales.

En cada unidad experimental se tomó la siguiente información para cada uno de los tratamientos:

- Frutos cosechados: Se pesó la masa cosechada utilizando cada uno de los tratamientos. (FC).
- Tiempo total empleado en realizar la recolección. (T).

Con estos dos valores se encontró el rendimiento en (Kg/hr)

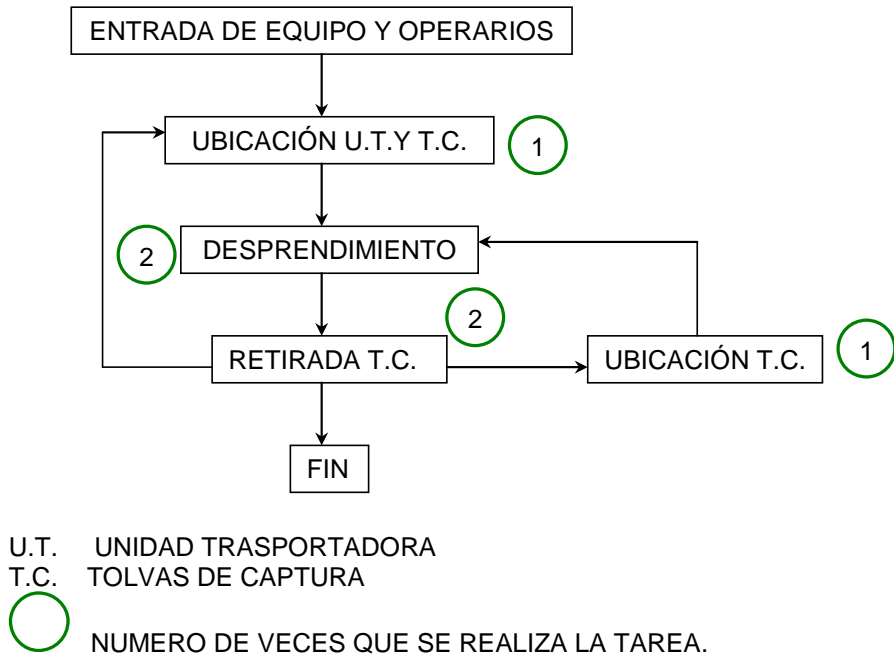
- Frutos maduros cosechados (FMC). De la masa cosechada se tomó una muestra de un kilogramo y se separaron los verdes, se pesaron los maduros y se obtuvo el porcentaje en peso de frutos maduros en el kilogramo muestra, este porcentaje fue tomado como porcentaje en peso de frutos maduros presentes en la masa cosechada.
- Frutos maduros caídos al suelo. Una vez realizadas las pruebas se recogieron y se pesaron los frutos dejados en el suelo (FFCS), de los cuales se seleccionaron y pesaron los frutos maduros caídos al suelo (FMCS).
- Frutos maduros dejados en el árbol (FMDA). Esto se determinó luego de realizar un repase manual.

La cantidad (en peso) de frutos maduros presentes en el árbol antes de las pruebas (FMI) se encontró sumando estos tres valores  $FMC + FMCS + FMDA = FMI$ , esta fue utilizada como covariable, según análisis de varianza al 5%.

Los datos, de cada una de las variables, se sometieron a un análisis de varianza al nivel del 5% de acuerdo con el diseño experimental propuesto, con el objetivo de evaluar el efecto de los tratamientos.

El rendimiento, las pérdidas, la calidad y la eficacia para los dos tratamientos fueron comparadas según prueba "t" al 5%.

La evaluación operativa en detalle se refiere a la cuantificación de los tiempos empleados en las distintas labores que aparecen con la introducción de la nueva tecnología. Para la realización de esta evaluación fue necesario describir la secuencia de trabajo que equivale a definir el ciclo de recolección a seguir, utilizando el dispositivo. Este ciclo de recolección se muestra en la Figura 3.



**Figura 3.** Ciclo básico de recolección utilizando el dispositivo "AEROCAFE".

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Evaluación técnica operativa global

#### Análisis de varianza

Los resultados del análisis de varianza a nivel del 5%, indicaron que la cantidad de frutos maduros presentes en los árboles antes de iniciar la recolección (FMI) influyó el tiempo empleado en realizar la labor así como también el rendimiento y la eficacia, por lo tanto se utilizó como covariable.

#### Comparación de los indicadores

En la Tabla 1, se comparan los indicadores tiempo, rendimiento, calidad, eficacia y pérdidas para los dos tratamientos manual y prototipo según prueba “t” a nivel del 5%.

**Tabla 1.** Efecto de los tratamientos, cosecha manual tradicional y cosecha manual asistida con prototipo, en los indicadores tiempo, rendimiento, calidad, eficacia y pérdidas.

	<b>TIEMPO Min.</b>	<b>RENDIMIENTO kg/hr</b>	<b>CALIDAD %</b>	<b>EFICACIA %</b>	<b>PERDIDAS %</b>
<b>AEROCAFE</b>	20,91 A*	67,24 B	88 A	94,63 A	0,31 B
<b>MANUAL</b>	14,57 B	102,9 A	86 A	90,99 B	7,75 A

Promedios seguidos por diferente letra presentan diferencias estadísticas según prueba “t” al 5%.

#### Evaluación técnica operativa de detalle

Esta tiene que ver con la cuantificación y el análisis de los tiempos y porcentajes de tiempos empleados en las diferentes labores realizadas con la introducción de la nueva tecnología.

En la Tabla 2, se muestran los intervalos de confianza para los porcentajes de tiempo de las cuatro tareas que se presentan en el ciclo de recolección utilizando el prototipo “AEROCAFÉ”.

**Tabla 2.** Promedios y coeficientes de variación para los porcentajes de tiempo de las cuatro tareas presentes en el ciclo de recolección con el prototipo “AEROCAFÉ”.

<b>VARIABLE</b>	<b>MÍNIMO</b>	<b>MAXIMO</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>CV</b>
<b>UBICACIÓN U.T.</b>	5,38	10,09	8,07	13,64
<b>UBICACIÓN T.C.</b>	10,88	18,03	14,26	11,67
<b>DESPRENDIMIENTO</b>	58,86	71,42	66,35	4,68
<b>RETIRADA T.C.</b>	8,16	17,04	11,30	22,36

## **EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN LOS INDICADORES DE LA RECOLECCION**

### **– Rendimiento**

Los resultados presentados en la Tabla 2 indican que el tiempo empleado para desprender frutos es el 66% del total empleado en un ciclo de recolección con el equipo AEROCAFE. La labor que más demandó tiempo y que por ende incidió más en el rendimiento fue la colocación de las tolvas de captura con un 14% del tiempo de recolección, mientras que en la ubicación de la unidad transportadora y en la retirada de las tolvas de captura se emplearon el 8 y el 11% del tiempo de recolección, respectivamente. Debido a la presencia de las ramas bajas de los árboles se dificultó la colocación y la retirada de las tolvas. El menor rendimiento en recolección observado con la nueva tecnología se puede atribuir al tiempo empleado en labores con el equipo AEROCAFE.

### **– Pérdidas**

Como era de esperarse la colocación de un receptor en la parte inferior del árbol disminuye ostensiblemente las pérdidas de café al piso como lo reporta Ramírez (12). De la Tabla 1, se puede observar que se presentaron diferencias estadísticas significativas para las pérdidas a favor del tratamiento “ AEROCAFÉ”, 0,31% contra 7,7% de la recolección manual tradicional.

### **– Calidad**

De acuerdo con los resultados mostrados en la Tabla 1, no se presentaron diferencias estadísticas entre los dos tratamientos, lo cual sugiere que la calidad de la recolección en cosecha manual depende de los recolectores.

### **– Eficacia**

Como se indica en la Tabla 1, se presentaron diferencias estadísticas para la eficacia entre los dos tratamientos, a favor del tratamiento “AEROCAFÉ”: 94.6% contra 90.9% de la recolección manual tradicional. Estas diferencias podrían tener su explicación en el hecho de que al no tener que estar mirando el “coco” el recolector se puede concentrar más y realizar mas eficazmente la labor.

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus agradecimientos al Dr Gonzalo Roa M. y a la Dra. Esther C. Montoya por sus recomendaciones para la elaboración de la propuesta de investigación.



## LITERATURA CITADA

1. ÁLVAREZ G., J. Evaluación de un cosechador manual. "tragacafé" en la recolección de café. Informe final. Chinchiná (Colombia), Cenicafé. 1993. 9.p.
2. ARIAS V., L. LOZANO D., N. Diseño y evaluación de un clasificador neumático para café cereza. Chinchiná, Disciplina de Ingeniería Agrícola, Cenicafé 1990.
3. BARNES, R. Estudio de movimientos y tiempos. 5 ed. Madrid, Aguilar S.A de Ediciones, 1996.
4. CRANE, J. W. Pressure drop due to the pneumatic conveyance of grain and forages. Unpublished M.S. Thesis. Michigan State University, 1956.
5. DIXIE, G. The Dixie Bag Hand Harvesting Aid. Appropriate Technology. Vol. 5. No.4.London (Inglaterra), February 1979.
6. ESCHENWALD, A. C. W. Hall. Air Flotation. Pneumatic Conveying Velocities and Airflow Relationships for Coffee Beans. Journal of Agriculture, University of Puerto Rico. Vol. XLV, No. 4. 1961. P 319-332.
7. LÓPEZ, R. y colaboradores. Evaluación económica de la utilización de la bolsa comercial "Dixie Bag" en la recolección de café. Informe final. Chinchiná (Colombia).Cenicafé. 1980.13.p.
8. MAYANS, P; GÓMEZ, M. GARCÍA DE LA ROSA, M. Investigaciones sobre la selección de los frutos y separación de las impurezas por medios neumáticos en el café. Revista Chapingo, Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola de la Universidad de Autónoma de Chapingo. (México), 1995. (2) 15-20.
9. NORDAT, C. Transportadores Neumáticos. Publicación Tecnología Universidad de La Habana (Cuba), Serie 7. 1971. 287-397.
10. PALENCIA, F. Desarrollo de un dispositivo neumático semiestacionario para agilizar la recolección manual de café cereza. Chinchiná. (Colombia), Cenicafé. 2000.
11. QUINCHIA, R. Ventilación industrial. Medellín (Colombia), 1988. 274.p.
12. RAMIREZ, M. Desarrollo de dispositivos que asistan la recolección manual de café cereza. Chinchiná (Colombia), Cenicafé. 1998. 100.p.
13. TRUJILLO, C. Desarrollo de un dispositivo neumático para agilizar la recolección de café cereza. Chinchiná (Colombia).Cenicafé. 1998.
14. VÉLEZ, J. Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento de la cosecha del café. Cenicafé Boletín Técnico Numero 21. Chinchiná (Colombia), 1999.

15. WANG, J.K. Time and Motion Studies of Coffee Picking in Kenya. Kenya Coffee. 31(372):1966.555-557.