

AROANDES, UNA TECNOLOGÍA PARA LA COSECHA MANUAL DE CAFÉ CON ALTA CALIDAD

Hugo A. López-Fisco*; César A. Ramírez-Gómez*;
Carlos E. Oliveros-Tascón*; Juan Rodrigo Sanz-Uribe*

RESUMEN

LÓPEZ F., H.A.; RAMÍREZ G., C.A.; OLIVEROS T., C.E.; SANZ U., J.R. Aroandes, una tecnología para la cosecha manual de café con alta calidad. Cenicafé 59(4): 283-294.2008

La implementación de la tecnología de cosecha “Aroandes III” para realizar recolección de café con alta calidad, permitió observar ventajas en relación con la cosecha tradicional, debido a que aumenta el café cosechado hasta en un 55,6%, se reducen las pérdidas de café por caída hasta en un 36,9%, se dejan 41,7% menos frutos sin cosechar y se mejora la calidad de los frutos cosechados. Recolectando café con Aroandes III se posibilita el establecimiento de nuevas estrategias de pago, en las cuales el caficultor puede reducir sus costos de producción y mejorar los ingresos del recolector. Adicionalmente, la forma de transporte en la espalda, facilita el desplazamiento, mejora la visibilidad y disminuye la fatiga.

Palabras clave: Cosecha manual asistida, eficiencia, ergonomía, café cereza.

ABSTRACT

The implementation of the new technology “Aroandes III” to carry out high quality coffee picking allowed observing its advantages compared to the traditional method since it increases the coffee harvested in up to 55.6%, reduces coffee fruit losses due to fall in up to 36.9%, there is 41.7% less fruits left in the trees and the quality of the harvested fruits is improved. The coffee picking process with Aroandes III allows establishing new payment strategies through which growers can reduce costs and pickers can increase their incomes. In addition, the transportation technique on the back facilitates displacement, improves visibility and decreases fatigue.

Keywords: Assisted manual harvesting, efficiency, ergonomy, coffee fruits.

* Investigador Asociado (hasta abril de 2007), Investigador Científico I, Investigador Principal e Investigador Científico II, respectivamente. Ingeniería Agrícola. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

En Cenicafé se vienen desarrollando estudios sobre la “Cosecha manual asistida de frutos de café mediante el uso de aro, manga y recipiente de espalda (modelo Aroandes III)”; lo anterior con el objetivo de disminuir los costos unitarios de recolección de café en Colombia.

López *et al.* (2), reportaron que el modelo Aroandes I, permitió disminuir efectivamente los movimientos de manos y brazos, y a su vez transportar cómodamente el café cosechado en la espalda. Este modelo fue evaluado operativamente después de realizar una etapa de capacitación, con el fin de que fuese empleado correctamente. La evaluación permitió observar que con el uso del dispositivo se disminuyeron tanto el número de frutos caídos al suelo como el número de frutos sin cosechar en el árbol, de 4 y 2, respectivamente, en ambos casos menores a los presentados con el sistema de recolección manual tradicional, que en promedio fueron de 11 y 4, respectivamente. Adicionalmente, la eficiencia expresada en kilogramos de frutos de café recolectado por hora, mostró descriptivamente tendencia a

aumentar con el uso del dispositivo en cada uno de los operarios, con incrementos que oscilaron entre 12,5 y 50%, en relación con el método tradicional. En cuanto a la calidad de la cosecha se observó que los operarios deben ser más selectivos al momento de desprender los frutos maduros, debido a que el dispositivo no permite retirar frutos verdes, como lo hacen en la recolección tradicional para aparentar una mejor calidad de recolección, lo que representa una ventaja para los productores al disminuir la presencia de frutos en el suelo, que favorecen infestaciones futuras de la broca. Este impedimento resultó también favorable para los recolectores porque mostraron disminuciones en los contenidos de frutos inmaduros con la práctica.

Para verificar los resultados obtenidos por López *et al.* (2), se realizaron pruebas de campo durante la cosecha principal del año 2006. Este estudio tuvo como objetivo general contribuir a la disminución de los costos en la producción del café mediante la cosecha manual asistida, y específicamente implementar la cosecha manual asistida de café con Aroandes III, evaluando los



Figura 1.
Equipo para la cosecha manual asistida de café, Aroandes III.

indicadores de eficiencia, eficacia, pérdidas, calidad y actitud.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las pruebas se llevaron a cabo en la Subestación La Catalina (Pereira - Risaralda), en el segundo semestre de 2006; se trabajó en lotes con las siguientes características: densidad de siembra 10.000 árboles/hectárea, distancia de siembra 1,0 x 1,0 m, pendientes entre 60 y 100%, uno y dos tallos por sitio, de segunda y tercera cosecha.

Se aplicaron los siguientes tratamientos: recolección tradicional y recolección con el equipo Aroandes III. A continuación se describe la forma de aplicación de cada uno de ellos:

Recolección tradicional (RT), consistió en el desprendimiento manual de los frutos mediante el ciclo básico tradicional reportado por Vélez *et al.* (4), que se compone por seis *therbligs* y emplea el recipiente plástico llamado comúnmente “coco”, como dispositivo de cosecha. Con este sistema de recolección se realizó un pase de seis jornadas en el lote seleccionado (pase pico). Para la aplicación de este sistema se contó con cinco operarios tomados del grupo existente al inicio del período de cosecha con promedios de recolección bajos¹.

El método de recolección con el dispositivo Aroandes III, consistió en el desprendimiento manual de los frutos mediante el ciclo básico modificado reportado por Vélez *et al.* (1998), compuesto por cuatro *therbligs*, y empleando el dispositivo Aroandes III como

dispositivo de asistencia. Para la aplicación de este sistema se contó con los mismos cinco operarios empleados en la recolección tradicional (en el pase pico).

En las pruebas establecidas se caracterizaron las condiciones iniciales de los operarios, posteriormente se realizó una etapa de capacitación para el uso de las herramientas, durante cinco jornadas, y se continuó registrando la información hasta terminar la cosecha (12 jornadas en total); esta información se empleó para la construcción de curvas de aprendizaje para cada metodología de trabajo y seguimiento a la evolución del proceso de aprendizaje.

La unidad de trabajo estuvo conformada por la jornada diaria de trabajo.

Para cumplir los objetivos de este proyecto se adelantaron las siguientes fases de trabajo:

Fase 1. Caracterización del desempeño inicial de los operarios en la cosecha.

Fase 2. Instrucción del personal e implementación del método

Fase 3. Ejecución y seguimiento

Fase 1. Caracterización de la situación inicial

Para conocer el desempeño de los operarios en los indicadores referentes a la recolección, se realizó seguimiento y toma de información durante cinco jornadas. Adicionalmente, en cada lote trabajado por jornada, se seleccionaron aleatoriamente diez árboles y se registró el número de frutos maduros, sobremaduros y secos en la parte aérea.

¹ Promedio de 44,5 kg/jornada. Información histórica registrada en las planillas de recolección de la Subestación La Catalina, valor menor en época de cosecha en relación con el promedio de fincas particulares: 65,5 kg/jornada. Fuente: Subestación La Catalina (2006).

Los lotes caracterizados, se asignaron por surcos a cada recolector, como se realiza tradicionalmente en la Subestación, inicialmente durante cinco jornadas para registrar el desempeño en la cosecha manual tradicional y posteriormente para el entrenamiento y seguimiento de la aplicación del método de recolección asistida con Aroandes III.

Por recolector, se registró la siguiente información durante cinco jornadas:

- Kilogramos de café cereza recolectados en la jornada.
- Duración de la jornada.
- Número de frutos maduros y secos dejados en el árbol, para cinco árboles tomados aleatoriamente, de aquellos cosechados por el operario.
- Número de frutos totales (especificados por estado de maduración) dejados en el suelo por planta, tomados en los mismos árboles evaluados anteriormente.
- Peso de frutos verdes presentes en una muestra compuesta de un kilogramo del café recolectado en la jornada por operario.

Con esta información se estimaron las siguientes variables:

- Kilogramos de café recolectados por jornada asociado al indicador Eficiencia y la duración de cada jornada.
- Número de frutos dejados por árbol (maduros y secos), asociado al indicador Eficiencia.
- Número de frutos dejados en el suelo por árbol (verdes, maduros, sobremaduros y secos), asociado al indicador Pérdidas.
- Porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada, de una muestra de un kilogramo por operario, asociado al indicador Calidad.

Además de estimar el promedio por operario se estimaron los intervalos para

el promedio general, con un coeficiente de confianza del 95%.

Una vez caracterizados los operarios se procedió a la fase de instrucción.

Fase 2. Instrucción al personal e implementación del método

Los cinco recolectores se capacitaron durante media jornada en aspectos conceptuales y operativos. Los aspectos conceptuales a tratar fueron los siguientes:

- Análisis del proceso de recolección.
- Identificación de problemas durante el proceso.
- Indicadores de la actividad de la recolección y desempeño operativo de los operarios
- Alternativas de solución a los problemas detectados durante la recolección.
- Presentación y discusión del método de recolección con Aroandes III.
- Discusión del posible aumento de los ingresos del recolector al aumentar el desempeño operativo.
- Sensibilización de la necesidad de cambio de hábitos, sin rechazo a lo nuevo.

Los aspectos operativos desarrollados con los recolectores correspondieron a una inducción en el lote para la ejecución de los movimientos componentes de los métodos de cosecha con Aroandes III. En esta parte de la instrucción se explicó la forma correcta de realizar los movimientos y se comentaron las dificultades más frecuentes para su realización (como resultado de evaluaciones previas). Durante la media jornada siguiente se acompañó a los recolectores, con el objetivo de promover en ellos la iniciación del proceso de familiarización en la ejecución del método de cosecha.

La **implementación** del método se inició en la jornada siguiente a la instrucción (segundo

día) y continuó por cinco días. Durante esta etapa se llevaron registros para evaluar el desempeño operativo de los recolectores, tal como se realizó en la caracterización. Esta información se analizó por operario y jornada, mediante estadística descriptiva y se estimaron los intervalos para el promedio de cada una de las variables asociadas a los indicadores de la labor, con un coeficiente de confianza del 95%.

Fase 3. Ejecución y seguimiento

Se registró información a partir de la sexta jornada hasta la jornada 17, se supervisaron las labores realizadas y se acompañó al grupo de recolectores. Adicionalmente, para analizar esta información se modelaron matemáticamente los datos obtenidos mediante la teoría del aprendizaje que plantea que las personas desarrollan sus habilidades a partir de actividades con movimientos repetidos y logran generar destreza en el corto plazo.

Durante esta fase y por consenso con los cosecheros se pagó la recolección asignando el equivalente a un jornal por día trabajado y a partir de la sexta jornada se aplicó un sistema de bonificaciones de acuerdo con los indicadores de la actividad (eficiencia y calidad de la recolección).

Actitud. Para comprender la percepción hacia la nueva tecnología se entrevistaron los recolectores al final de las pruebas, con el propósito de escuchar sus conceptos, experiencias y actitudes con relación al nuevo dispositivo, en tres componentes: cognitivo, ¿cuáles son las ventajas y desventajas que presenta el equipo Aroandes III para asistir la cosecha de café?; afectivo ¿le gustó el equipo Aroandes para asistir la cosecha de café?; conductual ¿usted volvería a utilizar

el equipo Aroandes si se comprueba que mejora la cosecha de café y garantiza pago al jornal?

Las respuestas dadas por cada recolector se valoraron mediante una calificación entre uno y tres, donde uno correspondió a una respuesta con actitud negativa o de rechazo, dos con una actitud neutra o de indiferencia y tres a una respuesta de actitud positiva o de aceptación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase 1. Caracterización de la situación inicial

Caracterización de operarios. No se observaron diferencias significativas entre jornadas, tanto para los kilogramos de café recolectados por hora como para el porcentaje de frutos verdes cosechados, los cuales fueron en promedio entre 4,9 y 7,1 kg.h⁻¹ y entre 0,2 y 0,8% de frutos verdes (Tabla 1).

El promedio y los registros obtenidos para el indicador calidad de la cosecha fue aceptable para todos los operarios, al no sobrepasar las sugerencias realizadas por Puerta² (3), para obtener una calidad de taza aceptable. No obstante, estos valores tan bajos se pueden atribuir a que en la cosecha manual tradicional los operarios escogen los frutos verdes en el canasto y luego los arrojan al suelo; esta afirmación se puede comprobar observando la información de frutos dejados en el suelo a continuación en la Tabla 1.

Los promedios para el número de frutos dejados en el árbol y en el suelo no mostraron diferencias significativas entre jornadas, y en

² El porcentaje de frutos verdes en el café a beneficiar no debe superar el 2,5% pues ocasiona tazas defectuosas (3).

todos los casos fueron mayores a los límites sugeridos por Cenicafé³ para un manejo adecuado de la broca del café (Tabla 2).

Fase 2. Instrucción al personal e implementación del método de cosecha con Aroandes III.

Capacitación de los operarios. No se observaron diferencias significativas entre jornadas, tanto para los kilogramos de café recolectados por hora como para el porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada, que en promedio fueron de 6,6 y 7,6 kg.h⁻¹ y entre 1,2 y 4,4% de frutos verdes (Tabla 3).

En las tres primeras jornadas los promedios excedieron el límite establecido por Puerta (3). Sin embargo, en las dos últimas jornadas se logró cosechar con menos de 2,5% de frutos verdes en la masa recolectada.

No se observaron diferencias estadísticas entre jornadas para el número de frutos dejados en el árbol ni para el número de frutos dejados en el suelo (Tabla 4).

Fase 3. Ejecución y seguimiento

La eficiencia en recolección de café asistida con Aroandes III se incrementó durante las

Tabla 1. Valores promedio, mínimo y máximo, para la eficiencia y calidad de la recolección tradicional.

Jornada (8 horas)	Eficiencia (kg.h ⁻¹)			Calidad (Porcentaje de frutos verdes)		
	Min.	Prom.	Máx.	Min.	Prom.	Máx.
1	4,3	5,9	7,2	0,0	0,4	0,9
2	4,5	5,9	6,8	0,0	0,7	1,4
3	3,0	4,9	6,8	0,0	0,2	0,5
4	4,6	7,1	9,0	0,0	0,8	2,0
5	5,3	6,1	7,5	0,0	0,6	1,6

Tabla 2. Valores promedio, mínimo y máximo para la eficacia y pérdidas de la recolección tradicional.

Jornada (8 horas)	Eficacia (No. de frutos en el árbol)			Pérdidas (No. de frutos en el suelo)		
	Mín.	Prom.	Máx.	Mín.	Prom.	Máx.
1	0	11	45	0	7	18
2	0	7	22	1	14	36
3	0	8	30	0	10	50
4	0	4	18	0	11	45
5	0	7	27	2	20	80

³ Para contribuir con el manejo integrado de la broca (MIB) el número de frutos dejados en el árbol y en el suelo no debe superar los cinco frutos para cada caso (1).

Tabla 3. Valores promedio, mínimo y máximo, para la eficacia y pérdidas de la recolección en la semana de entrenamiento.

Jornada (8 horas)	Eficacia (kg.h ⁻¹)			Calidad (Porcentaje de frutos verdes)		
	Mín.	Prom.	Máx.	Mín.	Prom.	Máx.
1	5,6	7,6	9,7	1,3	2,8	4,5
2	5,3	7,8	10,8	1,3	4,2	7,4
3	4,5	6,6	8,3	1,7	4,4	6,6
4	4,6	7,5	10,0	0,8	2,0	2,6
5	4,9	7,0	8,9	0,6	1,2	1,8

Tabla 4. Valores promedio, mínimo y máximo, para la eficacia y pérdidas de la recolección tradicional.

Jornada (8 horas)	Eficacia (No. de frutos en el árbol)			Pérdidas (No. de frutos en el suelo)		
	Mín.	Prom.	Máx.	Mín.	Prom.	Máx.
1	0	6	18	0	12	43
2	0	4	18	3	16	45
3	0	4	22	0	3	10
4	0	7	18	0	3	13
5	0	3	13	0	3	13

12 jornadas siguientes (Figura 2); se observó que algunos recolectores lograron incrementar su rendimiento⁴ a través de las jornadas hasta un 85% en promedio, al incorporar los micromovimientos del método mejorado.

A continuación se presenta la Ecuación del aprendizaje (Ecuación <1>)

$$y(t) = I - (I - y(0))e^{-kt} \quad <1>$$

Donde:

k=Coeficiente de aprendizaje (diferente para cada individuo, corresponde a la habilidad de generar destreza).

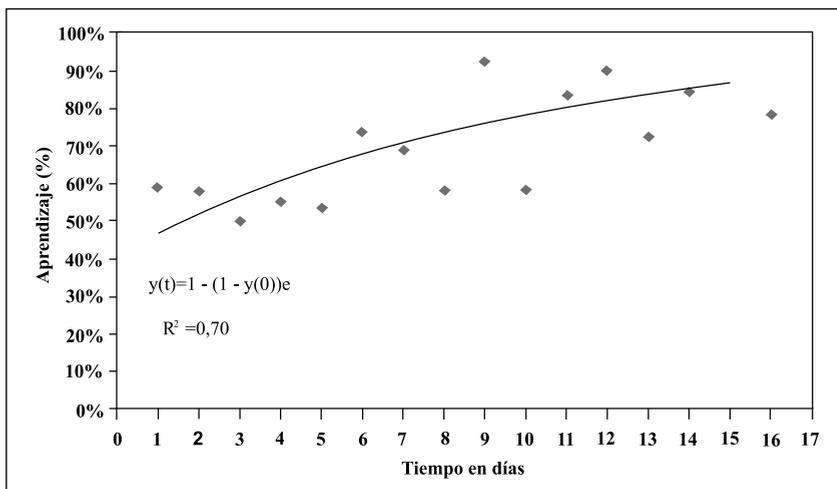
t= Tiempo en días, a partir del día inicial.

y (0)= habilidad inicial de utilización de la tecnología.

Se observaron promedios aceptables para las condiciones de aprendizaje en las cuales se encontraban los trabajadores; los valores extremos encontrados para cada jornada permitieron apreciar que el comportamiento de la variable *kilogramos de café por hora* fluctuó entre 4,4 y 15,6 kg.h⁻¹, un rango amplio, que se debió principalmente a la diferente capacidad de cambio de hábito de los operarios.

⁴Rendimiento= Log (kg ccereza/h)

Figura 2.
Eficiencia operativa
por jornada, ajustada
a la curva de
aprendizaje de las
pruebas de cosecha
con Aroandes III.



Comparación del desempeño operativo entre la cosecha manual tradicional, el entrenamiento y la cosecha manual asistida con Aroandes III.

La oferta de café maduro por jornada encontrada en los árboles al momento de los pases de cosecha fue similar tanto para las jornadas de cosecha manual tradicional como para las jornadas de entrenamiento y las pruebas con el Aroandes III.

El análisis estadístico mostró diferencias significativas entre tratamientos, que indicaron que con el equipo Aroandes III se logró incrementar en promedio 55,6% los kilogramos recolectados por jornada, en relación con la cosecha manual tradicional (Tabla 5).

Con excepción del operario dos, el porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada aumentó. Como se indicó anteriormente, en la cosecha con Aroandes III los operarios no pueden retirar y arrojar al suelo las hojas y frutos verdes desprendidos como la hacen en la recolección tradicional con el empleo del canasto. Sin embargo, estos valores son aceptables, teniendo en cuenta los valores de

cosecha tradicional (Tabla 6) y el límite de frutos verdes establecido por Puerta (3). El rendimiento operativo en la cosecha varió de acuerdo a las habilidades de cada operario, en todos los casos se incrementó entre 41,6 y 67,2% (Tabla 6).

El número de frutos maduros no cosechados fue menor para la cosecha manual asistida con Aroandes III, con un promedio de cinco por árbol, valor que cumple con las recomendaciones de Bustillo (1) para el manejo adecuado de la broca. Con la recolección tradicional se encontraron ocho frutos por árbol, en promedio (Tabla 7).

El número de frutos de café caídos al suelo durante la recolección fue menor con Aroandes III que con la cosecha tradicional, 8 y 12 frutos por sitio, respectivamente (Tabla 8). Sin embargo estos valores fueron superiores al máximo recomendado para el manejo integrado de la broca (1).

El porcentaje de café verde desprendido con los dos tratamientos fue inferior al valor máximo recomendado por Puerta (3) para mantener la calidad de la bebida. Se

Tabla 5. Promedios y coeficientes de variación (C.V.) para la oferta de café (kg) y los kilogramos de café recolectados por hora (kg.h⁻¹), con los tratamientos evaluados.

Jornadas	Oferta (kg)		Eficiencia (kg.h ⁻¹)	
	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.
Aroandes III	1,3A	51,5	9,8 A	25,0
Entrenamiento	1,1A	31,6	7,3 B	23,6
Manual tradicional	1,1A	24,6	6,3 B	23,2

Letras distintas implican diferencia estadística con una confianza del 95% según la prueba de Dúncan.

Tabla 6. Promedios y diferencias para el café verde cosechado (%) y los kilogramos de café recolectados por hora (kg.h⁻¹), antes y después del entrenamiento.

Operario	Café verde cosechado (%)				Eficiencia de cosecha(kg.h ⁻¹)			
	Manual (antes)	Aroandes (después)	Diferencia		Manual (antes)	Aroandes (después)	Diferencia	
			Absoluta	%			Absoluta	%
1	1,01	1,25	0,24	24,0	6,5	9,8	3,2	49,6
2	1,05	0,96	-0,09	-8,8	4,5	7,2	2,7	59,2
3	0,94	1,57	0,63	67,1	7,5	10,6	3,1	41,6
4	1,05	1,19	0,14	13,0	5,8	8,4	2,6	45,4
5	1,30	1,43	0,13	9,9	7,6	12,6	5,1	67,2

Tabla 7. Promedios e intervalos para el número de frutos maduros sin cosechar con los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Frutos maduros sin recolectar (Eficacia)		
	Promedio	Intervalo (95%)	
		L. I.	L. S.
Manual tradicional	7,6 A	7,2	7,9
Aroandes III	4,6 B	4,3	4,8

Letras distintas implican diferencia estadística con una confianza del 95% según prueba de t.

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

evidenció que los valores registrados en el tratamiento testigo fueron menores a los registrados por la cosecha con Aroandes III (Tabla 9).

Actitud. Para los componentes actitudinales evaluados, el equipo Aroandes de asistencia

a la recolección presentó calificación modal de tres, indicando que los recolectores, en su mayoría, piensan que el uso del equipo presenta ventajas como: mayor rendimiento respecto al sistema tradicional (kg/jornada), menores pérdidas de café en el cafetal y facilidad en el transporte de la carga en

Tabla 8. Promedios y coeficientes de variación (C.V.) para el número de frutos caídos al suelo durante la recolección con los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Pérdidas		
	Promedio	Intervalo (95%)	
		L. I.	L. S.
Manual tradicional	12,2 A	11,6	12,8
Aroandes III	7,7 B	7,3	8,1

Letras distintas implican diferencia estadística con una confianza del 95% según prueba de t.
L.I. Límite inferior; L.S.: Límite superior

Tabla 9. Promedios y coeficientes de variación (C.V.) por pase para el porcentaje de café verde cosechado (%) con los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Frutos inmaduros	
	Promedio	C.V.
Manual Tradicional	0,6 B	40,0
Aroandes III	2,2 A	79,4

Letras distintas implican diferencia estadística con una confianza del 95% según prueba de t.

la espalda.

En la prueba de comportamiento se indagó a los recolectores sobre las ventajas y desventajas del equipo (Tabla 10).

Los resultados obtenidos muestran que las principales ventajas están relacionadas con el aumento en la eficiencia de cosecha, la disposición de la carga en la espalda, la disminución de los movimientos de los brazos y la captura de los frutos, a su vez las desventajas principales se asocian a dificultades en el sistema de descarga. Los anteriores aspectos se confirman por las siguientes opiniones:

" Con el aroandes rinde más, se asegura el jornal"

" El equipo es más cómodo porque se carga en la espalda"

" Uno no tiene que descargar el café al "coco" y así a uno no se le cae el café al suelo"

"Se pierde tiempo al descargar el café"

"Se requiere de otra persona para colaborar durante el vaciado del café al costal"

Observaciones generales

En las condiciones generadas por la implementación de la tecnología de cosecha Aroandes III, los resultados operativos permitieron identificar ventajas con relación a la cosecha tradicional, principalmente en los siguientes aspectos: 1) aprovechamiento de los frutos que tradicionalmente se pierden (dejados en el árbol y caídos al suelo), por el empleo de métodos y actividades que lo propician, lo que favorece el aumento del volumen de café cosechado; 2) disposición de la mayoría de los frutos inmaduros desprendidos con los maduros en el beneficiadero, favorable para el manejo integrado de broca y para la calidad; 3) incremento en la eficiencia de la recolección (kilogramos de café/jornada) a causa de la disminución de movimientos innecesarios, optimización del desprendimiento

Tabla 10. Prueba sobre el comportamiento.

Equipo	Ventajas	Desventajas
Aroandes III	<ul style="list-style-type: none"> • Aumenta la eficiencia de cosecha (kg/jornada) • Disminuye los movimientos de las manos y de los brazos • Reduce la caída de los frutos desprendidos al suelo • Transportar el café cosechado en la espalda mejora las posiciones de trabajo • Facilita la cosecha de plantas bajas • Es posible acostumbrarse a trabajar con él 	<p>Al principio talla en la muñeca Hay que mejorar el sistema de descarga</p>

y continuidad de la operación, que podría permitir el establecimiento de estrategias de pago diferentes, donde el caficultor reduzca sus costos de recolección y el recolector vea incrementados sus ingresos; 4) facilidad de transporte al estar colocado en la espalda, lo cual permite el desplazamiento y los movimientos en el cafetal (mejora la visibilidad); 5) disminución de la fatiga, ya que el cuerpo se adapta de mejor manera a las cargas en la espalda (en magnitud y tiempo de trabajo); 6) disminución de pérdidas de producto por caídas de los operarios, ya que el producto se almacena en un recipiente sellado.

Los resultados mostraron grandes ventajas técnicas de la nueva herramienta, empleando un método de cosecha ordenado, para el desprendimiento de los frutos maduros (4): 1) movimientos en el surco por caras; 2) movimientos en el árbol de arriba hacia abajo; 3) movimiento en la rama desde el tallo hacia el extremo libre; 4) movimientos de los dedos y de las manos sin empuñar el café desprendido.

Entre otras, las bondades observadas de la nueva tecnología fueron:

- El empleo de la herramienta Aroandes III para asistir la cosecha manual permitió

incrementar la eficiencia operativa de la cosecha en 55,6%, en relación con la cosecha manual tradicional.

- La calidad de la recolección con el Aroandes III fue similar a la cosecha tradicional y las dos estuvieron por debajo del 2,5%.
- El número de frutos dejados en las ramas en la cosecha fue menor con el Aroandes III, menor de cinco frutos por árbol, lo cual contribuye al manejo integrado de la broca.
- El número de frutos dejados en el suelo con el Aroandes III fue menor que con la cosecha manual tradicional, aunque no cumplió con las recomendaciones de Cenicafé para el manejo integrado de la broca.
- La disminución de los movimientos de los brazos y manos, el trabajo ordenado en el árbol y los desplazamientos por caras en el surco durante la cosecha de café aumentan la eficiencia en kilogramos de café cosechados por hora y disminuyen los frutos dejados en el árbol y en el suelo.
- El cambio en la forma de transportar la carga de café cosechado, de la cintura a

la espalda, genera mayor comodidad entre los operarios al momento de agacharse para cosechar árboles de primera y segunda cosecha. De igual manera facilitan los desplazamientos en el lote.

- Al transportar la carga en la espalda, los recolectores entrevistados no manifestaron fatiga en las labores de la cosecha.
- En general, las pruebas de comportamiento y actitudinales aplicadas a los recolectores señalan que éstos asociaron el empleo del equipo con un posible aumento de la eficiencia en la recolección, menor número de frutos dejados en el suelo y, por consiguiente, al posible incremento en la remuneración obtenida por la recolección.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos al personal de la Subestación La Catalina,

incluyendo a los recolectores que apoyaron las pruebas de campo, igualmente al personal científico de las Disciplinas de Ingeniería Agrícola, Biometría, Entomología y Divulgación, de Cenicafé.

LITERATURA CITADA

1. BUSTILLO P. A.E. El manejo de cafetales y su relación con el control de la broca del café en Colombia. Boletín Técnico Cenicafé No. 24:1-40. 2002.
2. LÓPEZ F., H.A.; ROAM, G.; PARRA C., A. Evaluación del equipo "Aroandes", un prototipo para la cosecha manual asistida de café. Cenicafé 57(3):208-219. 2006.
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. 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