

Zaranda para la separación de hojas y empaque de café en la cosecha asistida

La Cosecha Asistida de Café es un concepto que recomienda la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, el cual tiene como objetivo proporcionar diferentes alternativas tecnológicas para aumentar el rendimiento de los recolectores de café, hasta niveles en los que puedan establecerse estrategias que disminuyan los costos de producción para los caficultores. En la cosecha asistida de café deben tenerse en cuenta aspectos de manejo agronómico y administrativo como la retención de pases de cosecha (Sanz et al., 2018), la recolección manual con lonas al piso (Sanz et al., 2018) y la derribadora selectiva de café Brudden DSC-18 (Sanz-Urbe & Duque, 2020).





Ciencia, tecnología
e innovación
para la caficultura
colombiana

Autores

Juan Rodrigo Sanz Uribe

Investigador Científico III
<https://orcid.org/0000-0001-9875-9426>

Álvaro Guerrero Aguirre

Investigador Científico I
<https://orcid.org/0000-0002-4986-4366>

Javier Velásquez Henao

Auxiliar de Mecánica

Carlos Alfonso Tibaduiza Vianchá

Asistente de Investigación
<https://orcid.org/0000-0002-7053-0942>

Andrés Felipe Henao Gómez

Estudiante Ingeniería Agropecuaria
Universidad de Antioquia

César Augusto Ramírez Gómez

Investigador Científico I
<https://orcid.org/0000-0002-4773-409>

Disciplina de Poscosecha
Centro Nacional de Investigaciones
de Café - Cenicafe
Manizales, Caldas, Colombia

DOI (Digital Object Identifier)
<https://doi.org/10.38141/10779/0541>

Edición

Sandra Milena Marín López

Fotografías

Archivo Cenicafe

Diagramación

Óscar Jaime Loaiza Echeverri

Imprenta

ISSN-0120-0178

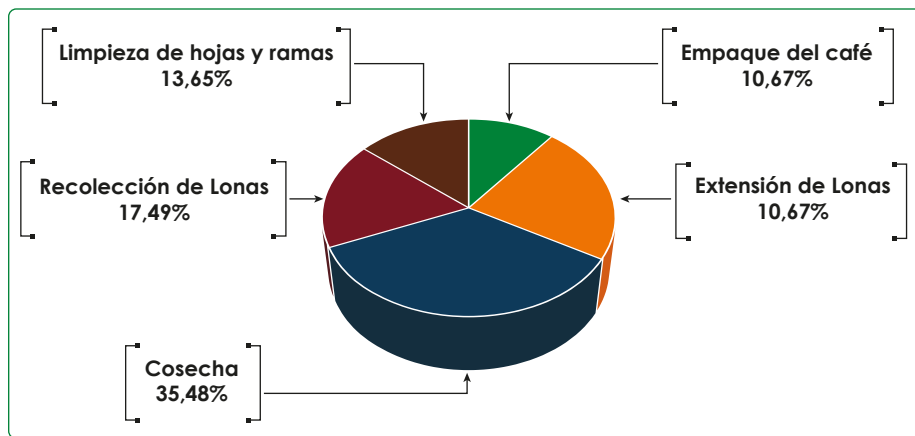
ISSN-2145-3691 (En línea)

Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas no pertenecientes a este Centro, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.

Manizales, Caldas, Colombia
Tel. (6) 8500707
www.cenicafe.org

- ▶ **Retención de pases de cosecha.** En la cosecha de café, los lotes de la finca se recolectan cada 17 días en promedio. No obstante, un estudio realizado por Sanz et al. (2018) demostró que, con las variedades resistentes a la roya del cafeto desarrolladas en Cenicafe, y recomendadas para sembrar en Colombia, es posible retener más tiempo los frutos maduros en los árboles, lo que permite ampliar el tiempo entre pases de recolección hasta un máximo de 35 días, garantizar mayor cantidad de café para recolectar en un pase, mayor oferta de frutos maduros y menor oferta de frutos verdes para la recolección. Este hecho optimiza la mano de obra en las fincas, dado que los recolectores tienen mayor rendimiento en esas condiciones. Para realizar la retención de pases se toma como base el registro de floración, para determinar el momento oportuno de hacerla, y debe verificarse con el fin de que los niveles de infestación por broca estén por debajo del 2,0%, si se supera este valor no se recomienda realizar esta práctica, dado que aumentará la dispersión del insecto y habrá pérdidas económicas.
- ▶ **Cosecha manual de café con lonas.** Las lonas son telas de fibra plástica tejida, de 3,0 x 12,5 m que en sus extremos más largos disponen de cierre Velcro®. Las lonas se extienden en la calle de los surcos y se unen sus bordes debajo de los árboles, con el fin de recibir los frutos desprendidos, ya sea manualmente o con la derribadora Brudden DSC-18 (Sanz et al., 2018). Cuando se hace recolección manual de café con lonas, se reducen los movimientos en relación a la recolección tradicional (Vélez et al. 1999), ya que los recolectores solamente tienen que desprender los frutos maduros y dejarlos caer libremente sobre las lonas, lo que se traduce en un incremento sustantivo en el rendimiento. Se recomienda usar la recolección manual con lonas en conjunto con la retención de pases de cosecha para mejores resultados.
- ▶ **Cosecha con la derribadora selectiva de café Brudden DSC18.** En conjunto con la empresa brasileña Brudden Equipamentos, Cenicafe desarrolló una máquina motorizada portátil, denominada Derribadora Selectiva de Café Brudden DSC-18, con la cual pueden desprenderse los frutos de café de manera selectiva, cuando se tiene una alta carga y concentración de frutos maduros en los árboles (Sanz-Uribe & Duque, 2020). Esta máquina utiliza la vibración de una horquilla a alta frecuencia (220 Hz) y pequeña amplitud (3 mm), para imprimir movimiento ondulatorio a las ramas de café y lograr que los frutos se desprendan por fatiga. La derribadora de café debe ser usada en conjunto con la retención de pases y las lonas, para la recepción de los frutos desprendidos. Su uso se recomienda solamente en los pases pico de las cosechas y con la retención de pases.

En la cosecha asistida de café con lonas se ejecutan los siguientes pasos descritos en el Avance Técnico 487 (Sanz et al., 2018): 1) extensión de lonas, 2) cosecha de frutos de forma manual o con derribadora, 3) recolección de lonas, 4) limpieza de hojas y ramas, y 5) empaque del café. Según datos obtenidos por Sanz-Uribe & Hincapié (2020), sin considerar el tiempo utilizado en las pausas de los recolectores para



no merece preocupación, ya que las hojas que caen no presentan actividad en la planta, debido a que tienen un ciclo de vida aproximado de un año, y normalmente, la época de cosecha es el lapso en el que hay mayores pérdidas por cumplimiento de su ciclo de vida (Arcila & Chaves, 1995; Arcila, 2007).

Pese a que la caída de estas hojas viejas no es un problema para las plantas, cuando están presentes en la masa cosechada, ocupan un mayor espacio al empacarla y son inconvenientes para el buen funcionamiento de las máquinas del beneficiadero, debido a que pueden ocasionar atascamientos en la despulpadora o el separador hidráulico de tolva y tornillo sinfín, así mismo, pueden transferir sabores indeseables al café. Adicionalmente, pueden generar un gasto adicional de agua en cada una de las etapas para extraer las impurezas del café.

Por esas razones, y con el propósito de hacer más eficiente la cosecha de café con lonas, se diseñó una herramienta

Figura 1. Proporción en tiempo de las diferentes actividades cuando se realiza cosecha manual con lonas.

alimentación, descanso o imprevistos, en promedio la limpieza de hojas toma un 13,65% del tiempo total empleado en la cosecha manual de café con lonas, mientras que el empaque del café toma un 10,67%, lo que hace que estas dos actividades juntas consuman el 24,32% del tiempo (Figura 1), más que cada una de las otras actividades relacionadas con el manejo de las lonas.

El tiempo empleado para limpiar el café recolectado en la recolección manual con lonas es similar al empleado en la cosecha con la derribadora DSC-18.

Actualmente la actividad de limpieza de hojas y ramas, luego que la masa de café se lleva a uno de los extremos de la lona, y antes del empaque, la realizan dos recolectores, tomando cuatro puntas de la lona para mecer vigorosamente la masa, acción que permite que las hojas y ramas sobresalgan y los recolectores puedan removerlas (Figura 2). Esta actividad debe realizarse con precaución para evitar que al retirar las hojas y los trozos de ramas se vayan accidentalmente frutos que se pierden o caen al suelo, y se convierten en focos generadores de infestación por broca.

Al usar lonas, ya sea en la cosecha manual o en la cosecha con derribadora Brudden DSC-18, muchas hojas quedan mezcladas con la masa de café, lo cual puede resultar alarmante para los caficultores, más aún cuando la caída de hojas no es evidente en la recolección tradicional con coco, pues ellas con el paso de los recolectores quedan en el suelo mezcladas con las arvenses o mulch vegetal. Sin embargo, la caída de hojas durante la cosecha es un proceso normal que



Figura 2. Separación manual de las hojas de la masa de café cosechada, con el uso de lonas.

que ayuda a los recolectores a realizar la separación de las hojas y trozos de ramas por

tamaño, que simultáneamente permite empacar el café en las estopas o costales. De manera que se disminuye el tiempo empleado en estas dos actividades, se reduce la pérdida accidental de frutos con el material separado y brinda comodidad a los recolectores en la separación de hojas y empaque del café.

Zaranda para separar hojas y empacar el café

La zaranda para separar hojas, trozos de ramas y empacar el café tiene como principio físico de separación, las diferencias de tamaño entre los frutos, hojas y tallos. Para tal fin, usa un marco de madera de forma rectangular, con una malla plástica que tiene aberturas de 25 x 25 mm (Figura 3), la cual permite que los frutos pasen, reteniendo los materiales que tengan un tamaño mayor que el de las aberturas.

Para realizar simultáneamente el empaque de los frutos seleccionados, por debajo, la zaranda dispone de una tela cocida en forma de embudo, la cual encausa los frutos seleccionados hacia una única salida, donde se sujeta la estopa o costal para recibirlos.

Construcción y materiales

Para la construcción de la zaranda se requieren los materiales que se muestran en la Figura 4 y que se listan en la Tabla 1.

Para hacer la clasificación, la zaranda debe ser movida en forma de vaivén por dos recolectores, con el fin de que se acomode el material para

que los frutos puedan pasar. Para la masa de café esta operación de zarandeo, el marco tiene agarraderas a ambos lados, que facilitan el trabajo a los recolectores.

Las herramientas necesarias para la fabricación son: serrucho, mango sierra, tijeras, martillo, navaja, aguja capotera, remachadora, taladro, destornillador de estría, punta de estría y lima. Para medir y trazar se requieren un lápiz, escuadra, regla y flexómetro. Adicionalmente, en el proceso de construcción se requieren elementos de seguridad adecuados, como guantes y gafas para protección visual.

En la Figura 5 se muestra un esquema de la zaranda para separación de hojas y trozos de ramas, de los frutos de café.

Proceso de construcción

Marco principal

Para construir el marco principal corte dos tablas de madera de 12 cm de ancho por 1,80 m de largo, y haga en cada extremo una reducción del ancho a la tabla, para que sirva de agarre para los operarios, aproximadamente de 5 cm de ancho por 10 cm de largo (Figura 6), redondeando las aristas para un mejor agarre.

Con los sobrantes de cada tabla, corte otras dos tablas de 65 cm de largo.

Con las cuatro tablas cortadas, arme un marco en forma de rectángulo de 1,5 m x 0,7 m uniendo las tablas con tres tornillos drywall de 2 pulgadas en cada esquina, o utilice un ensamble de madera tipo caja y espigo.



Figura 3. Zaranda para la separación de hojas y trozos de ramas.

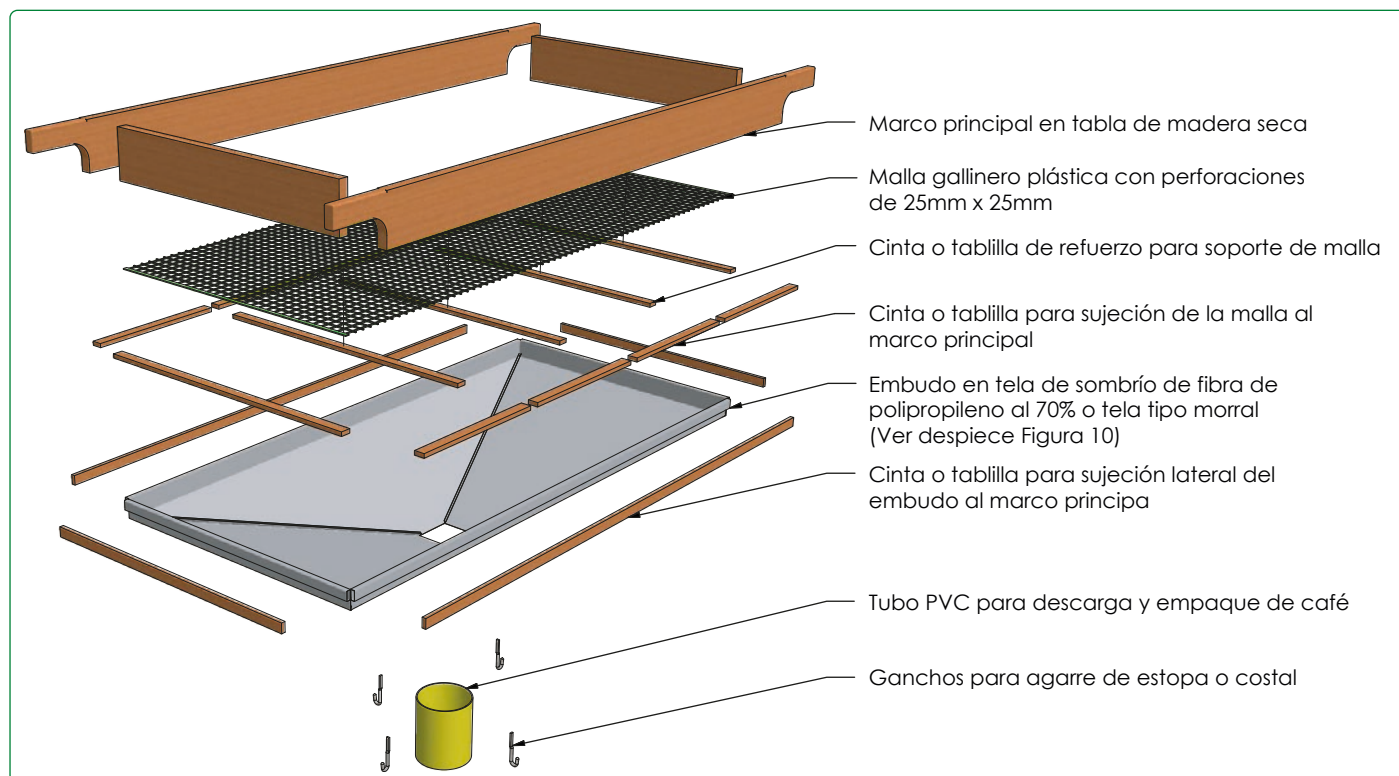


Figura 4. Despiece de la zaranda para la separación de hojas y empaque de café.

Tabla 1. Materiales para la construcción de una zaranda manual para la separación de hojas y empaque del café.

Cantidad	Unidad	Descripción
2	m ²	Malla gallinero plástica con perforaciones de 25 x 25 mm
2	m ²	Tela de sombrío de fibra de polipropileno al 70%, o tela tipo morral imperial o corrugada
2	un	Tabla de madera seca de 0,12 x 3,0 m
5	un	Cinta o tablilla de madera 2 cm x 1 cm x 3,0 m
30	un	Grapa galvanizada tipo cerca de 1/2" de largo
25	un	Puntilla de 1"
0,6	m	Varilla cilíndrica de aluminio de 5/16"
20	cm	Tubo PVC sanitario de 6"
15	m	Cáñamo o nylon
8	un	Remache de 1/8
60	un	Tornillo drywall calibre 6 por 1"
12	un	Tornillo drywall calibre 6 por 2"
2	un	Pliego de papel de lija para madera
1	un	Broca de lámina de 1/8"

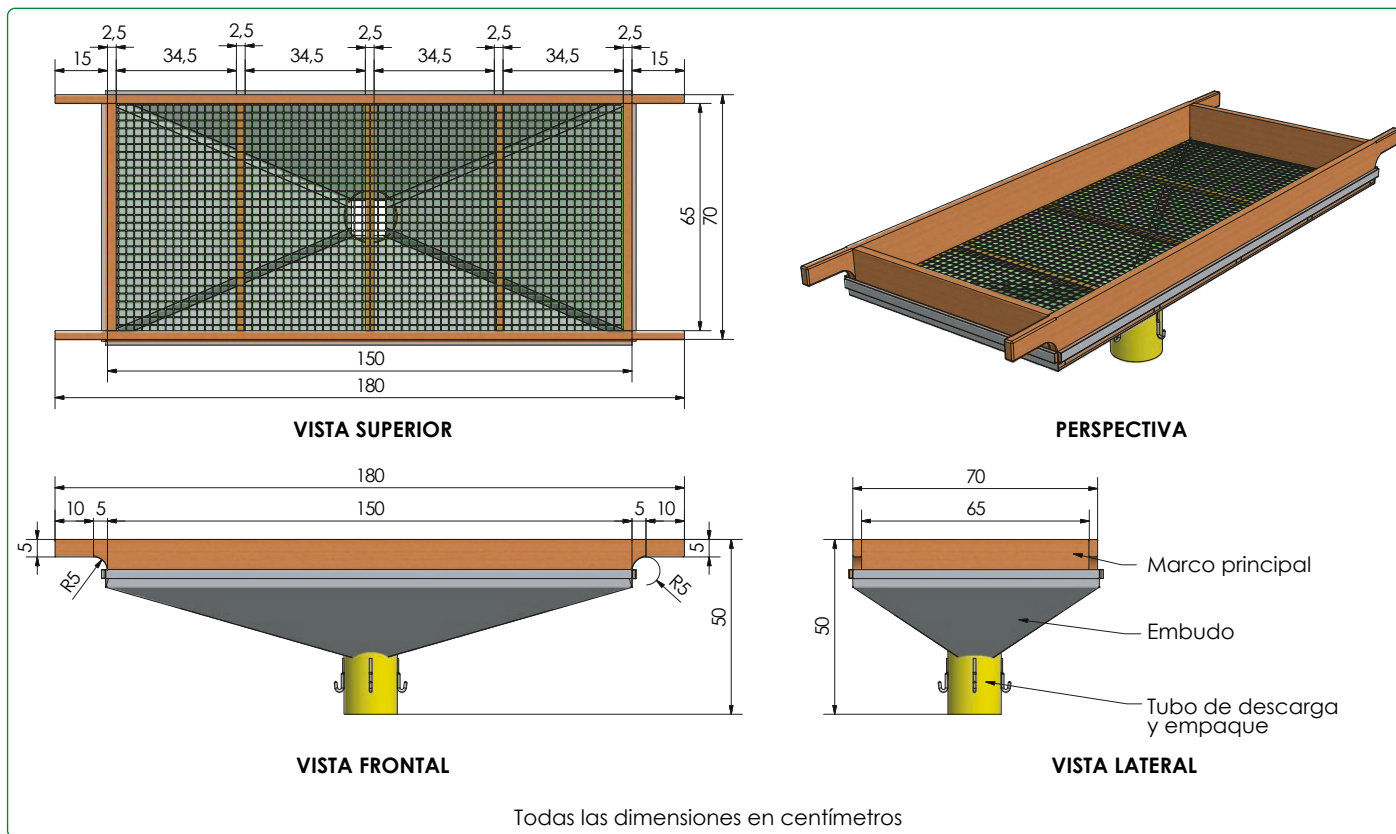


Figura 5. Planos de la zaranda para clasificación de hojas y empaque de café.

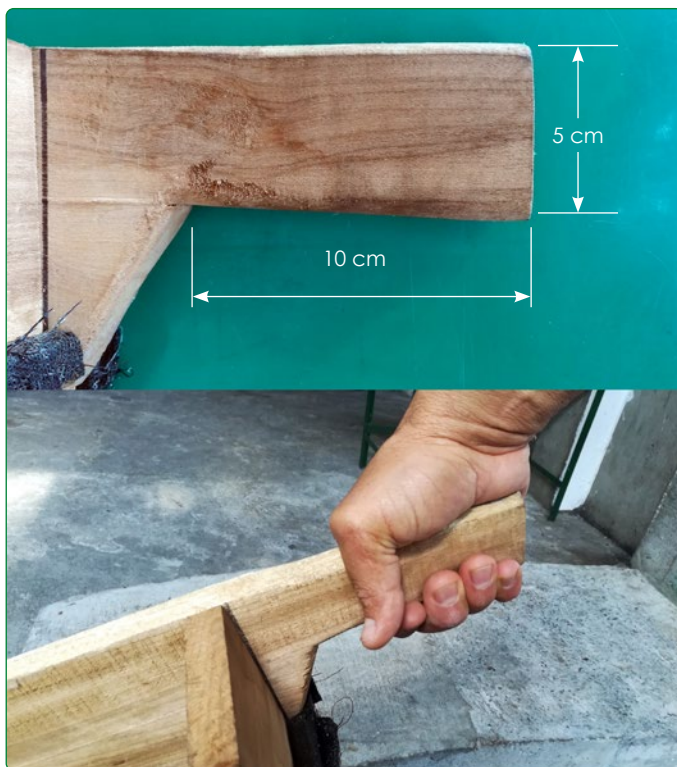


Figura 6. Detalle de sujeción de la zaranda.



Figura 7. Fijación de la malla al marco principal.

Fije la malla plástica en la parte inferior del marco principal, primero utilizando puntillas de 1 pulgada, clávelas directamente en las intersecciones de la malla, de tal manera que quede bien extendida (Figura 7).

Para que el peso del café no deteriore la malla, fije tres tablillas de refuerzo de 70 cm de largo en forma transversal al lado largo del marco principal, con tornillo drywall de 1 pulgada y separadas de forma equidistante (Figura 8). Posteriormente, fije la tablilla de madera (pisa malla) en todo el

perímetro marco principal con tornillo drywall de 1 pulgada (Figura 9) y recorte los sobrantes de la malla.

Embudo

De la tela de sombrío o tela tipo morral, corte las cuatro partes que conformarán el embudo de acuerdo al patrón de corte, costura y dobleces de la Figura 10, cosa manualmente o con máquina industrial los tramos indicados en la misma figura, empleando cáñamo o hilo de alta resistencia.

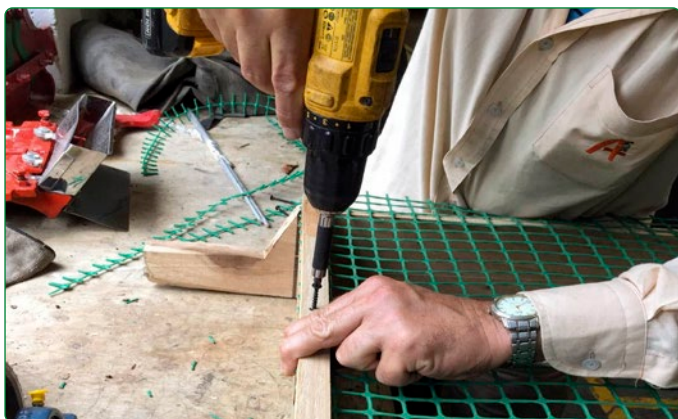


Figura 8. Fijación de la malla al marco principal.



Figura 9. Detalle refuerzos transversales.

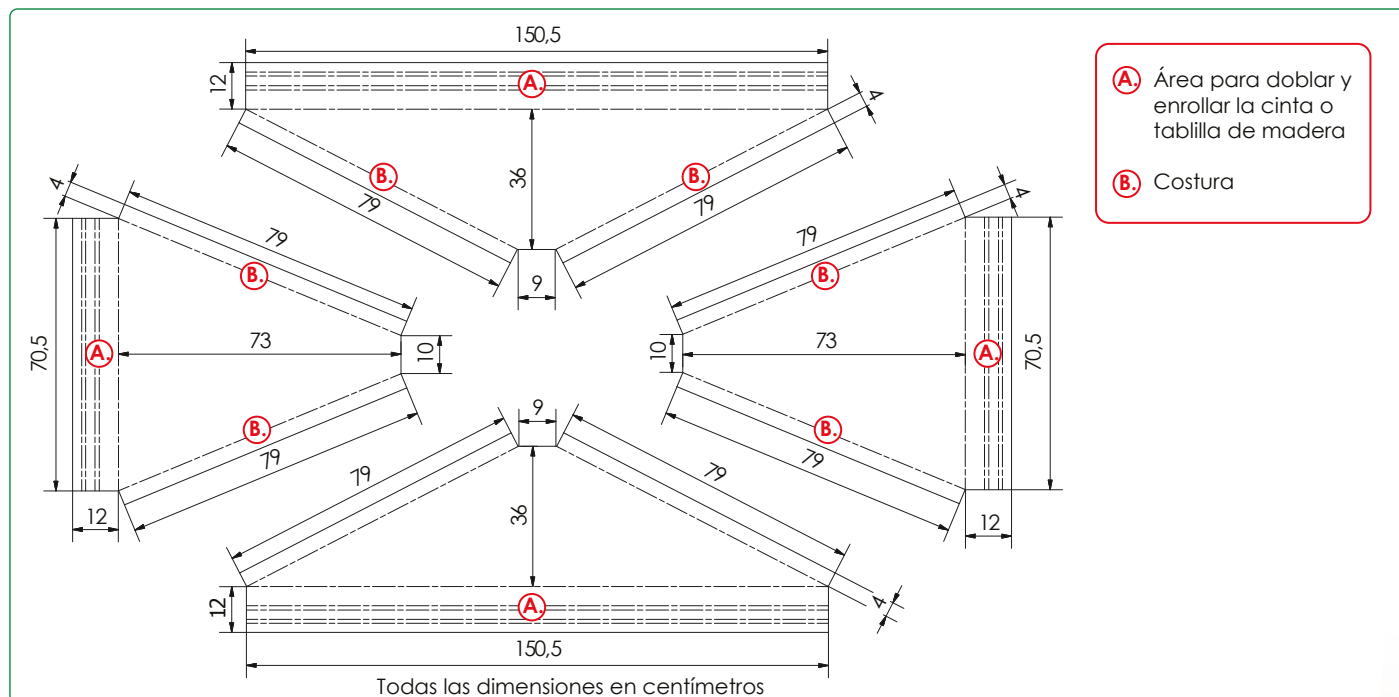


Figura 10. Patrón de corte, costura y dobleces para el embudo de la zaranda.

Corte dos tablillas de madera de 1,5 m y dos de 0,7 m de longitud, las cuales servirán para fijar la tela de sombrío o tela tipo morral al marco principal. En cada lado del embudo, enrolle las tablillas en las áreas indicadas para doblez y sujeción, dando una vuelta completa (Figura 11), posteriormente fije con tornillo drywall de 1 pulgada, cada tablilla con la tela enrollada en las caras exteriores del marco principal.

Tubo de descarga y empaque

En un extremo del tubo PVC de 20 cm, haga perforaciones con una broca de 1/8", con 1 cm de separación y a 1,5 cm del borde del tubo (Figura 12).

Una con cáñamo o nylon, y aguja capotera el área menor del embudo al tubo PVC de 6 pulgadas, a través de los agujeros realizados, de tal manera que la tela quede por el interior del tubo. Recorte los sobrantes de tela.



Cinta o tablilla de madera de 2 cm x 1 cm, donde se enrolla la tela, para fijarla alrededor del marco principal de la zaranda.

Figura 11. Detalle de tela enrollada y fijada con la tablilla de madera al marco principal.

Corte cuatro varillas de aluminio de 5/16 de diámetro por 15 cm de largo, aplane un extremo de 5 cm con un martillo, haga dos perforaciones con la broca de 1/8" en la parte aplanada, a 1 y 3 cm del borde, doble la varilla de aluminio en forma de gancho, y con una lima dele un acabado puntiagudo al gancho, de tal manera que pueda fijar la estopa o costal fácilmente (Figura 13).

Fije con remaches de 1/8" los cuatro ganchos de forma equidistante alrededor del tubo PVC, a 2 cm del borde (Figura 14).

Modo de uso

En primer lugar, debe instalarse la estopa o costal en el tubo de descarga y empaque de la zaranda, con ayuda de los ganchos de aluminio, de tal manera que no quede ningún espacio libre por donde puedan caer al suelo los frutos de café (Figura 15).



Figura 12. Detalle perforaciones al tubo PVC.



Figura 13. Detalle de ganchos para sujetar la estopa o costal.



Figura 14. Sujeción del gancho al tubo PVC.

Una vez los recolectores tienen en las lonas de cosecha entre 40 y 50 kg de café recolectado, éste se reúne en un extremo de la lona para vaciarlo sobre la zaranda (Figura 16).

Dos recolectores levantan la zaranda, hasta una posición cómoda, de forma coordinada se zarandea la masa de frutos de café recién recolectado, para que pasen los frutos de café hasta la estopa o costal, y las hojas queden retenidas sobre la malla (Figura 17).

Durante el zarandeo se hace una revisión para destruir manualmente los racimos de frutos de café que no hayan pasado por la malla, luego de tener la estopa o costal lleno, se vacían las hojas a un lado de la calle del cafetal (Figura 18), se desengancha la estopa o costal y se cierra para evitar dispersión de broca.

Resultados

Se realizaron diferentes pruebas de cosecha manual con lonas, en las Estaciones Experimentales de Cenicafe: Paraguaicito (Buenavista-Quindío), La Trinidad (Líbano-Tolima), El Tambo (El Tambo-Cauca) y La Catalina (Pereira-Risaralda), donde se compararon los tiempos empleados en las actividades de cosecha manual asistida con lonas, haciendo la separación de hojas e impurezas de forma manual con zaranda y sin zaranda. La Tabla 2 muestra las proporciones de tiempo que requieren cada una de las actividades y las desviaciones estándar de esos tiempos, sin tener en cuenta las pausas de los recolectores para alimentación, descanso o imprevistos. Se

observa que cuando se hace la separación manual de hojas sin zaranda, solamente el 35,48% del tiempo se utiliza para la cosecha de café. La limpieza y empaque juntos requieren un 24,32% del tiempo total, mientras que el resto del tiempo se utiliza en extensión (22,70%) y recolección de lonas (17,49%).

De acuerdo con la Tabla 2, cuando se usa la zaranda para separar hojas y empaque el café, se reduce el tiempo de limpieza y empaque de 24,32% a 16,63%, es decir, se tiene una reducción del 31,62% del tiempo empleado en esas labores, lo que permite tener mayor tiempo para la cosecha de café (aumento de 35,48% a 40,69%) y a su vez en mayor capacidad de recolección de los recolectores de café.

Por otro lado, se midieron los frutos que se separaron accidentalmente con las hojas y los trozos de ramas. Cuando se hace la separación manual de hojas sin zaranda, se obtiene un promedio de 0,99 frutos/kg de café limpio, es decir, si un recolector coge en promedio 250 kg de frutos de café en una jornada, se perderían 247,5 frutos con las hojas, que pueden ser aproximadamente 0,5 kg/jornada/recolector de frutos. Estos frutos que se quedan en el lote con las impurezas separadas, pueden convertirse en focos de reproducción de la broca.

Cuando se usa la zaranda para separación de hojas y trozos de ramas, se tiene una pérdida de 0,05 frutos/kg/recolector, es decir, que en toda la jornada sería de 0,025 kg/jornada/recolector, lo cual puede considerarse despreciable.



Figura 15. Sujeción de la estopa o costal al tubo PVC, a través de los ganchos de aluminio.



Figura 16. Café con hojas en extremo de la lona listo para separar.



Figura 17. Uso de la zaranda en la separación de hojas y tallos, de los frutos de café recolectados.



Figura 18. Retiro de las hojas.

Tabla 2. Proporciones de tiempo de las actividades en la cosecha manual asistida de café con lonas usando la zaranda y sin usarla.

Actividad	Sin zaranda		Con zaranda	
	Promedio	Desv. Est.	Promedio	Desv. Est.
Extensión de lonas	22,70%	3,02%	23,82%	4,55%
Cosecha	35,48%	3,58%	40,69%	2,99%
Recolección de lonas	17,49%	6,12%	18,86%	5,89%
Limpieza de hojas y ramas	13,65%	1,27%	16,63%	3,89%
Empaque del café	10,67%	4,98%		
Frutos perdidos por kilogramo limpiado	0,99	0,57	0,05	0,10

Conclusiones

- Se cuenta con una zaranda efectiva (mayor al 95%) para separación de hojas y trozos de ramas con la que puede realizarse simultáneamente el empaque de los frutos de café recolectados, ya sea manualmente con lonas al piso o con la asistencia de la derribadora de café Brudden DSC-18.
- Cuando se utiliza la zaranda para separación de hojas durante la cosecha manual de café con lonas, el tiempo utilizado en esta labor disminuye un 31,62%, lo cual significa un aumento en el tiempo para la cosecha de café, que a su vez incide en un mayor rendimiento de los recolectores.
- Con el uso de la zaranda para separación de hojas se pierde un menor número de frutos con el material separado, contribuyendo al control de la infestación por broca.
- El uso de la zaranda para separación de hojas mejora las condiciones ergonómicas de los operarios, pues pasan de hacer la labor de limpieza agachados sobre el suelo, a realizar una labor en postura corporal erguida.
- Esta nueva zaranda sirve como impulsor de la cosecha asistida de café, ya que, al optimizar el tiempo de separación de hojas y empaque, simultáneamente se aumenta la cantidad de café recolectado en una jornada por operario.
- Esta herramienta permite que los equipos del beneficiadero funcionen correctamente y aumenten su vida útil ya que el café llega libre de impurezas, que podrían atascar el separador hidráulico de tolva y tornillo sinfín, y la despulpadora.





Señor Caficultor

Utilice la zaranda para separar las hojas y empacar el café ahorrando tiempo en estas labores, lo que se convierte en mayor tiempo empleado en la cosecha de café.

Agradecimientos

A José Miguel Jaramillo practicante de ingeniería mecánica de la universidad Autónoma de Manizales por el apoyo en las pruebas realizadas con la zaranda.

Literatura citada

- Arcila, J., & Chaves, B. (1995). Desarrollo foliar del cafeto en tres densidades de siembra. *Revista Cenicafé*, 46(1), 5–20. <http://hdl.handle.net/10778/692>
- Arcila, J. (2007). Crecimiento y desarrollo de la planta de café. En J. Arcila, F.F. Farfán, A. M. Moreno, L.F. Salazar, & E. Hincapié (Eds.), *Sistemas de producción de café en Colombia* (pp. 21–60). Cenicafé. <http://hdl.handle.net/10778/720>
- Sanz, J. R., Oliveros, C. E., Duque, H., Mejía, C. G., Benavides, P., & Rivera, R. D. (2018). Retención de pases: una opción para mejorar la productividad de la mano de obra en la cosecha de café. *Avances Técnicos Cenicafé*, 488, 1–8. <http://hdl.handle.net/10778/4218>
- Sanz, J. R., Duque, H., Menza, H. D., Zamudio, G. E., Oliveros, C. E., & Ramírez, C. A. (2018). Lonas para asistir la cosecha de café. *Avances Técnicos Cenicafé*, 487, 1–8. <http://hdl.handle.net/10778/4219>
- Sanz, J. R., & Duque, H. (2020). Cosecha con la Derribadora Selectiva de Café Brudden DSC18. *Boletín Técnico Cenicafé*, 43, 1–20. <https://doi.org/10.38141/10781/043>
- Sanz-Uribe, J. R., & Duque, H. (2020). Evaluación de la Derribadora Selectiva de Café Brudden DSC18. *Revista Cenicafé*, 71(2), 92–104. <https://doi.org/10.38141/10778/71207>
- Sanz-Uribe, J. R., & Hincapié, J. D. (2020). *Aplicación de nuevas tecnologías para la cosecha asistida de café en el departamento del Tolima. Cenicafé*. <https://doi.org/10.38141/cenbook-0006>
- Vélez, J. C., Montoya, E. C., & Oliveros, C.E. (1999). Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento de la cosecha manual del café. *Boletín Técnico Cenicafé*, 21, 1–97. <http://hdl.handle.net/10778/593>



Lo invitamos a escanear el código QR para acceder a un video donde encontrará mayor información sobre la zaranda para la separación de hojas y empaque de café en la cosecha asistida.

