

Cosecha y beneficio húmedo para cafés especiales



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024



MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
DIRECCIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO AGRARIO

Cosecha y beneficio húmedo para cafés especiales

Cosecha y beneficio húmedo para cafés especiales

Ministra de Desarrollo Agrario y Riego

Nelly Paredes del Castillo

Viceministro de Desarrollo de Agricultura Familiar e Infraestructura Agraria y Riego

Pedro Hugo Injante Silva

Viceministro de Políticas y Supervisión del Desarrollo Agrario

Marco Wilson Coronel Pérez

Jefe del INIA

Jorge Juan Ganoza Roncal, M. Sc.

© Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA

Autores:

Richard Paredes-Espinosa

Joab Nazario Arias Ricaldi

Víctor Enoc Abarca Piñan

Ana Gabriela Montañez Artica

Editado por:

Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA

Equipo Técnico de Edición y Publicaciones

Av. La Molina 1981, Lima-Perú

Teléf. (511) 2402100 - 2402350

www.gob.pe/inia

Editor general:

Emely Elizabeth Lazo Torreblanca

Revisión de contenido:

Marko Giuleano García Gutierrez

Diseño y Diagramación:

Luis Enrique Calderon Paredes

Publicado:

Diciembre, 2022

Primera Edición:

Diciembre, 2022

Tiraje:

1000 ejemplares

Impreso en:

Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA

RUC: 20131365994

Teléfono: (51 1) 240-2100 / 240-2350

Dirección: Av. La Molina 1981, Lima- Perú

Web: www.gob.pe/inia

ISBN:

978-9972-44-112-7

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2022-12936

Prohibida la reproducción de este libro por cualquier medio, total o parcialmente, sin permiso expreso

Tabla de contenido

PRESENTACIÓN	7
1. INTRODUCCIÓN	9
2. FACTORES QUE DETERMINAN LA CALIDAD DEL CAFÉ	10
2.1. Cultivares de café	10
2.2. Agroecología para cafés especiales	11
3. COSECHA Y BENEFICIO HÚMEDO	14
3.1. Acciones previas a la cosecha	14
3.2. Cosecha selectiva	19
3.3. Despulpado	24
3.4. Fermentación	26
3.5. Lavado y clasificación	28
3.6. Secado	30
3.7. Almacenado	32
4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34



PRESENTACIÓN

El VRAEM es un área que presenta condiciones ideales para el desarrollo agrícola y pecuario. Después de la emergencia sanitaria ocasionada por la COVID-19 en el país, la crianza de animales menores y el cultivo de productos agrícolas como café, cacao, plátano, piña, arroz y yuca, aunque en menor escala en relación a la coca, han cobrado gran importancia; tanto en la dinámica económica, como en el desarrollo social de la población.

Actualmente, las áreas con el cultivo de café en el VRAEM se están incrementando, debido a las estrategias impuestas por el propio agricultor en cuanto a diversificar el predio agrícola. Esta estrategia ha tomado fuerza debido al alza del precio del café y al potencial de las condiciones de clima y suelo que permite la obtención de cafés especiales. Dichos cafés pueden aprovechar ciertos nichos de mercado, de donde obtendrían precios por encima de bolsa, es decir, el precio por el grano estaría en función a la calidad sensorial del producto final.

Por lo tanto, con la finalidad que el agricultor mejore el proceso de cosecha y beneficio húmedo, el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) a través del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), pone a disposición el manual de **“Cosecha y beneficio húmedo para cafés especiales”** que reúne las experiencias de campo desarrollados en las parcelas demostrativas de café situadas en el ámbito del VRAEM, con el fin de difundir un paquete tecnológico que permita obtener cafés de especialidad.

Jorge Juan Ganoza Roncal, M. Sc.
Jefe del INIA



1

INTRODUCCIÓN

El Perú se encuentra entre los diez principales exportadores de café a nivel mundial (Capajaña, 2020; Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA], 2019), donde prácticamente el 95 % de la producción nacional es destinada para mercados externos (Díaz y Carmen, 2017). En tal sentido, el comercio del café representa un producto de alto valor socio-económico que, para el 2020, dio trabajo de forma directa e indirecta a más de 2.5 millones de personas, generando ingresos en USD 766 millones (Banco Central de Reserva del Perú [BCRP], 2022).

Según el Censo Nacional Agropecuario, existen 223 000 familias que manejan pequeñas unidades productivas de 1.27 ha de cultivo de café, que se encuentran anexadas a pequeños centros de acopios encargados de comprar el café transformado a pergamino seco en sacos de 60 kg con humedad del 12%, y que, a su vez, es vendido a grandes compañías nacionales y trasnacionales (INIA, 2019).

Tradicionalmente, la caficultura del VRAEM se basó en producción de las variedades Typica, Caturra y Catimor (INIA, 2019), que en años posteriores a la crisis de la roya amarilla (*Hemileia vastatrix*) fueron paulatinamente reemplazadas por nuevas introducciones de café a fin de mejorar el rendimiento y mantener la calidad de la taza. Entre los genotipos introducidos a la zona se encuentran las variedades Geisha, Catuai, Obatá, Marsellesa, Tupi y Catiguá. Sin embargo, los programas del gobierno nacional siguen recomendando algunos genotipos que conforman los cafés de excelencia (Caturra, Typica, Bourbon, Pacamara y Pache) pero para altitudes mayores a 1600 m s.n.m., con un plan de manejo del cultivo que permita disminuir las pérdidas debido a problemas fitosanitarios y maximizar las ganancias en función a la calidad.

El café peruano a nivel internacional ha sido galardonado por su excelente característica organoléptica (fragancia o aroma, sabor, acidez, cuerpo, uniformidad y taza limpia) y calidad del grano, la cual se atribuye al potencial genético de la variedad y sus requerimientos de climas y suelo. Sin embargo, la calidad de la taza también depende del manejo agronómico, es decir, del tipo de cosecha, del proceso de despulpado, fermentado y secado del grano, transporte, almacenado, método de tueste y preparación de la bebida (Márquez-Romero et al., 2020).

Finalmente, la producción y comercialización de los cafés especiales se presenta como una gran oportunidad para lograr la sostenibilidad del cultivo (Márquez-Romero et al., 2016) y mejorar los ingresos de las familias caficultoras del VRAEM. Por lo tanto, el manual “Cosecha y beneficio húmedo para cafés especiales” reúne las experiencias de los especialistas y técnicos con el objetivo de dar acceso a la información para ayudar al agricultor a obtener precios diferenciados en base a la calidad de la taza.

2

FACTORES QUE DETERMINAN LA CALIDAD DEL CAFÉ

2.1. CULTIVARES DE CAFÉ

Los cultivares de café arábico en el Perú son reconocidos por su alta calidad de la bebida, debido a ello, recomendamos que el productor seleccione el cultivar en función a su potencial productivo enfocado para cafés especiales (tabla 1).

Cultivar	Calidad de taza (4)	Factor de rendimiento (2)	Tamaño de grano (1, 4)	Condición ante roya amarilla (3)
Obatá*	Muy bueno	74%	Grande	Tolerante
Marsellesa	Muy Bueno	75%	Mediano	Tolerante
Tupi*	Muy Bueno	---		Tolerante
Catiguá*	Bueno	---		Tolerante
Catuái	Muy bueno	74%	Mediano	Tolerante
Caturra	Excelente	72%	Mediano	Susceptible
Bourbon	Excelente	70%	Mediano	Susceptible
Typica	Excelente	70%	Grande	Susceptible
Geisha*	Excelente	80%	Mediano	Tolerante
Pacamara	Excelente	80%	Muy grande	Tolerante
Pache	Muy buena	65%	Pequeño	Tolerante

Tabla 1. Principales características de los cultivares de café para obtener granos de calidad, de acuerdo a: (1) Boot (2006); (2) Ladera (2017); (3) Montañez et al. (2022); (4) World Coffee Research (WCR) (2019)

Nota. (*) Cultivares de café introducidos al VRAEM por el proyecto café Nro. 227556.

2.2. AGROECOLOGÍA PARA CAFÉS ESPECIALES

Las zonas de Ayacucho y Cusco, comprendidas dentro del ámbito del VRAEM, presentan condiciones óptimas para la producción de cafés especiales. Su oferta ambiental de clima (precipitación, brillo solar, radiación, temperatura) y suelo (buena estructura, riqueza de nutrientes de baja a media), asociada a la disponibilidad de cultivares con gran potencial productivo que han sido introducidos, además del conocimiento del manejo del cultivo y control de plagas y enfermedades; ofrecen la posibilidad de superar los promedios nacionales de rendimiento y calidad de taza (figura 1).

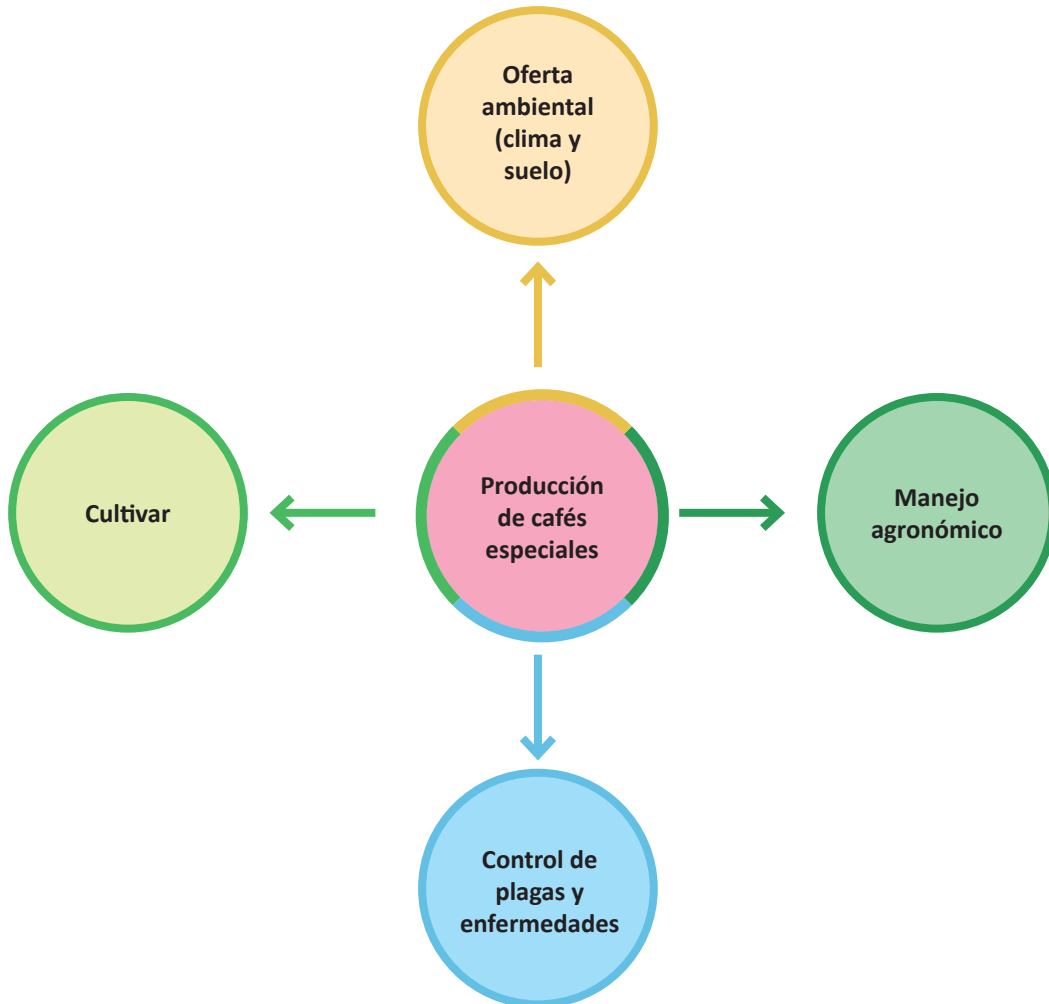


Figura 1. Factores que determinan la producción de cafés especiales

2.2.1. Oferta ambiental

Los ecosistemas agrícolas que posibilitan la obtención de cafés de calidad se ubican por encima de los 1500 m s. n. m. (figura 2), con radiación solar promedio mayor a 4.8 horas luz/día (\cong 1750 horas luz/año), temperaturas entre 18 °C a 24 °C, buenas distribuciones de lluvias con precipitación mayor a 2000 mm/año (Ramírez-Builes et al., 2013). Además, el VRAEM presenta una gran diversidad de suelos, principalmente de texturas franco arcillosas, pH de 4.5 a 6.0, con buena profundidad para el crecimiento y desarrollo radicular del café; asimismo, la estructura física facilita la penetración de las raíces en la búsqueda de agua en épocas muy secas, y la capa arable (horizonte O) permite la formación de las raicillas y la aplicación de fertilizantes para que sean aprovechados.

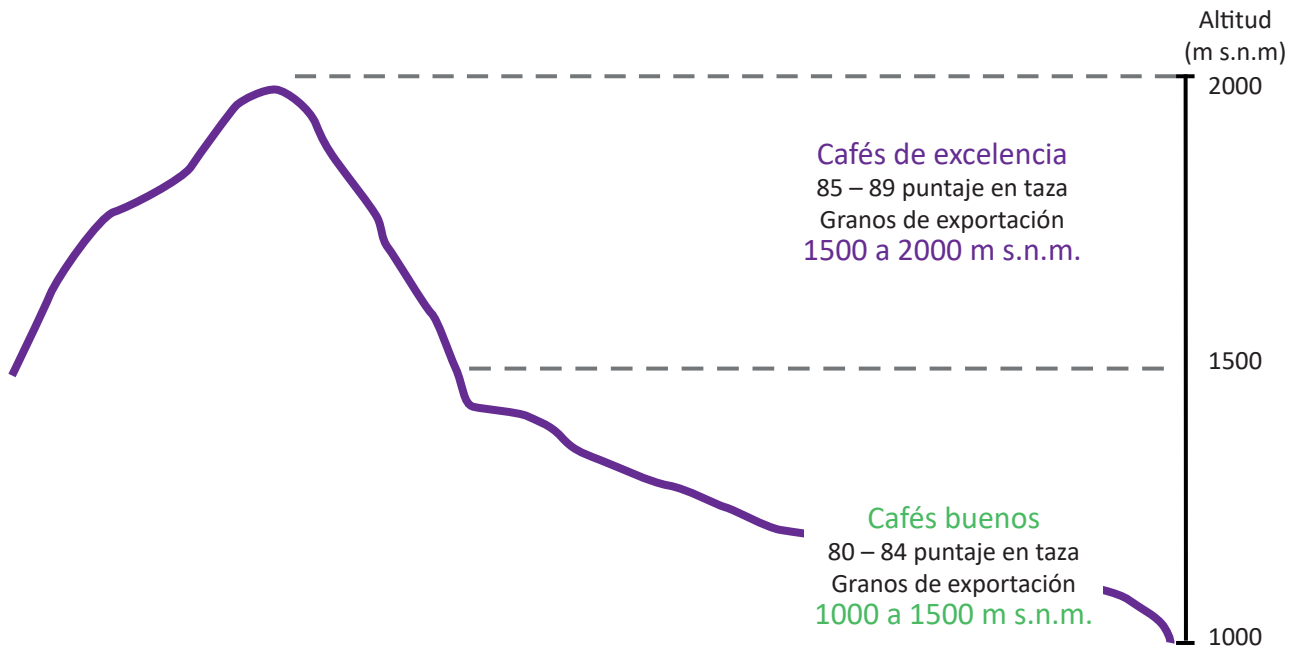


Figura 2. Localización de cafés especiales en función de la altitud

2.2.2. Manejo agronómico

Se ha visto que el manejo agronómico es uno de los factores que determinan la producción de cafés especiales. Los aspectos principales de dicho manejo son: la elección del cultivar, el control de malezas, la fertilización, la regulación de la sombra y el control de plagas y enfermedades (figura 3).



3

COSECHA Y BENEFICIO HÚMEDO

El proceso de cosecha y beneficio húmedo de cafés especiales está sintetizado en la figura 4 y es descrito en los párrafos que siguen.

3.1. ACCIONES PREVIAS A LA COSECHA

Antes de dar inicio a la cosecha, es necesario que el caficultor realice algunas actividades que permitan facilitar la actividad de la cosecha y del beneficio húmedo del café.

- **Mantenimiento de la captación y líneas de conducción de agua.** Esta actividad se realiza al inicio de la estación lluviosa. En la captación de agua consiste en eliminar piedras, lodo, ramas, troncos y rastros que puedan obstruir el flujo permanente del agua. También se debe verificar la condición del canal y de las tuberías que conducen el agua a la finca, a fin mantener el caudal de agua necesario para el realizar el desulpado del café. En caso de no contar con un sistema de agua, se recomienda la construcción, utilizando materiales típicos de la zona (bambú o pona o camona) y mangueras o tubos de PVC de 1 pulgada de diámetro.



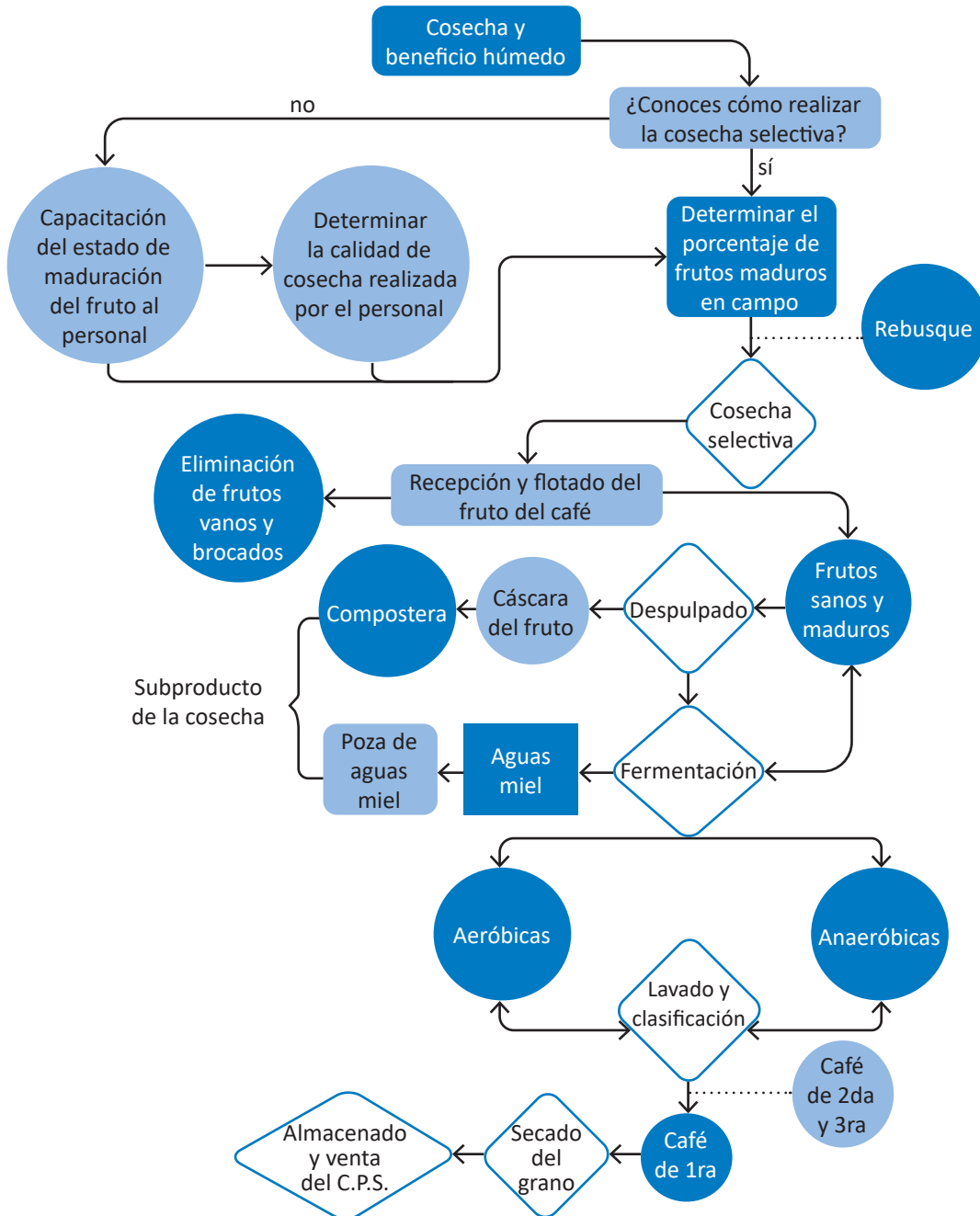


Figura 4. Flujograma del proceso de cosecha y de beneficio húmedo del café

- **Implementación del módulo de beneficio.** La planta de beneficio húmedo debe presentar una máquina despulpadora, cajón de recepción de frutos (cerecero), cajón de fermentación y cajón de lavado y clasificación.
- **Implementación de compostera, canal y pozo de aguas mieles.** La compostera y el pozo de aguas mieles (figura 5) son necesarios para el manejo de los residuos y evitar la contaminación ambiental y del producto. La compostera debe medir 3 m de largo x 2 m de ancho x 2.5 m de alto, tener un cerco de tablas o bambú de hasta 1 m de alto y un techo a una o dos aguas y debe estar dividido en dos áreas. La poza de aguas mieles debe medir 1 m largo x 1 m ancho x 1.5 m de profundidad, y el piso debe construirse con una primera capa de 30 cm de piedras grandes (diámetro mayor a 20 cm), una segunda capa de 10 cm de piedra chancada (diámetro mayor a 3-5 cm) y una tercera capa de 10 cm de arena gruesa compactada. Se debe construir también un canal para conducir las aguas mieles del tanque de fermentación hacia la poza de aguas mieles.



Figura 5. Estructuras para el manejo de los residuos sólidos del café. (A) Compostera construida de materiales de la zona. (B) Compostera de ladrillo y cemento. (C) Pozo de aguas mieles.

- **Implementación del secador solar.** El secador solar tipo domo o parábola (figura 6 A) es una estructura en forma de parábola o domo, que se construye en forma de arco con materiales que existen en la zona (chonta o bambú) o con tubos galvanizados de 1 pulgada de diámetro, que luego son cubiertos con plástico transparente. Esta estructura aprovecha la radiación solar en forma de calor, el cual es sirve para eliminar el exceso de agua del grano del café. También se puede lograr el secado extendiendo el grano en patios de cemento (figura 6 B).



Figura 6. Estructuras para el secado de los granos de café: (A) secador solar tipo parábola o domo y (B) patios de cemento

- **Implementación del almacén.** El almacén se construye con techo de calamina y paredes de madera, machimbrado, triplay o ladrillo. Debe tener ventanas que permitan la circulación del aire, la regulación de la temperatura y la humedad relativa; de manera que favorezcan la conservación del grano de café y eviten pérdidas por deshidratación o la contaminación por microorganismos que puedan mermar su calidad física y organoléptica. Las dimensiones del almacén dependerán del área cultivada y de la capacidad económica del productor. Debe contar con tarimas de madera o plástico que eviten el contacto de los sacos con el suelo.
- **Mantenimiento del módulo de beneficio.** Consiste en verificar que las instalaciones del módulo se encuentren limpias y en perfectas condiciones antes de iniciar un nuevo ciclo de trabajos. Es recomendable desarmar la despulpadora antes de realizar su limpieza, eliminando los restos de cáscaras que se quedaron ocultos en el interior del equipo. La limpieza de la despulpadora y los cajones se hace frotando fuertemente la superficie de los equipos, usando una solución de agua jabonosa (1 taza de detergente sin olor en 1 L de agua) y escobilla de cerdas plásticas, hasta desprender partes sólidas que quedaron de la cosecha anterior; o de organismos como hongos, mohos o líquenes que hayan crecido en las paredes de las estructuras. Finalmente, enjuagar con abundante agua y volver a armar la máquina.
- **Calibración de la despulpadora.** Antes de iniciar la cosecha se debe revisar la despulpadora, retirando la tolva, el volante, la catalina y abriendo la cuchilla. Luego, ver la distancia entre la camisa y el pechero. Con este diagnóstico, calibrar los tornillos 1, 2, 3 y 4 del pechero. Afloje y gradúe los tornillos traseros empujando la pechera hasta que se junte al cilindro, luego presione los tornillos frontales hasta que el cilindro no se mueva. Observe por las ventanas de inspección, chorros y la parte superior las piezas que se encuentren parejas. De forma ordenada, afloje y apriete el tornillo 1 frontal contra el tornillo 1 trasero, siga la secuencia con los tornillos 2, 3 y 4 hasta apretar todos los tornillos teniendo en cuenta que la camisa no roce con el cilindro. Posteriormente, suelte el tornillo lateral de la platina y gradúe según el tamaño del fruto de café. Verifique que el fruto pase al giro del alimentador. Finalmente, realice una prueba soltando un volumen de 20 L de frutos de café y constate si existen granos quebrados o mordidos.
- **Suministrar canastas cosechadoras.** Proveer de canastas apropiadas (figura 7) al personal encargado de la cosecha, permite optimizar la recolección al reducir el tiempo requerido para la labor y las pérdidas por caída de frutos al suelo, con lo que se obtiene mayor proporción de frutos maduros. También permite medir el trabajo realizado por persona y cuantificar el costo de la labor (Vélez et al., 1999).



Figura 7. Canasta cosechadora de café

- **Implementación de equipos para medición de madurez.** Antes de iniciar la cosecha, el productor debe disponer de los instrumentos para medir indicadores de madurez y fermentación. Entre estos se tienen: el refractómetro, que mide los sólidos solubles del mucílago (contenido de azúcar en el fruto, en °Brix); el pehachímetro, que mide el pH durante la fermentación; y el termómetro, que mide la temperatura durante la fermentación (figura 8).



Figura 8. Instrumentos de medición necesarios para la cosecha y procesamiento de granos de café: (A) refractómetro, (B) medidor de pH y (C) termómetro

3.2. COSECHA SELECTIVA

La calidad en taza está determinada por el grado de maduración del fruto y éste, a su vez, por el color y la concentración de sólidos solubles (Carvajal et al., 2011). Por lo tanto, la cosecha selectiva es una de las tareas más importantes para la producción de cafés especiales y consiste en la recolección de frutos fisiológicamente maduros (figura 9).



Figura 9. Cosecha selectiva

3.2.1. Determinación de la madurez de cosecha

Para determinar el estado de maduración del fruto, se presenta un método que integra la observación del color del fruto, la medición de sólidos solubles (°Brix) y la extracción de una pequeña cantidad de mucílago del fruto. Este método permite al caficultor decidir el momento para iniciar las pasadas de las cosechas. El método es descrito a continuación.

Se seleccionan 40 árboles de café al azar, distribuidos uniformemente dentro del sistema de cultivo. Visualmente cada planta se segmenta en tres estratos (bajo, medio y alto), luego se selecciona una rama productiva ubicada en la parte media de planta, de donde se extraen 3 frutos al azar. Los 120 frutos obtenidos se clasifican en los niveles de maduración según la tabla 2. Luego, por cada nivel de maduración, se toman cinco frutos y se mide la concentración de sólidos solubles y la cantidad de gotas de mucílago que se extrae.

Estado de Maduración del fruto	Color	Sólidos solubles (°Brix)	Número de gotas	Defecto
Nivel 1 (Inmaduro)	Verde	< 6.0	0	
Nivel 2 (Pintón)	Verde amarillo naranja	6.0 a 17.0	< 2	Amargo y astringente
Nivel 3 (Maduro)	Rojo intenso	17.0 a 20.0	3	Taza limpia
Nivel 4 (Sobremaduro)	Guinda o morado	> 20.0	< 2	Mala calidad
Nivel 5 (Seco)	Café oscuro a negro	> 20.0	0	

Tabla 2. Parámetros para determinar la maduración del fruto de café (Carvajal et al., 2011; Martínez et al., 2017; Peñuela-Martínez et al., 2022; Puerta, 2012)

3.2.2. Determinación de una buena recolección

La calidad de la recolección es determinada según los siguientes criterios:

- Utilizando la muestra analizada en la sección 3.2.1. y la fórmula para cuantificar el porcentaje de estado de maduración (% EM) de los frutos, contar el número de frutos cada nivel de maduración y dividir por el total de frutos muestreados, luego, el valor obtenido se multiplica por 100, según la siguiente fórmula (Peñuela-Martínez et al., 2022):

$$\% \text{ EM} = \frac{\text{Número de frutos del nivel de maduración}}{\text{Número total de frutos}} \times 100$$

Donde:

% EM : Porcentaje del estado de maduración de los frutos

NFNM : Número de frutos de uno de los niveles de maduración

NFT : Número total de frutos muestreados

- La cosecha de calidad se caracteriza por presentar frutos maduros (nivel 3) mayor al 80 %, frutos verdes y pintones (nivel 1 y 2) no más del 2.5 %, y frutos sobremaduros (nivel 4) menor al 17.5 % (Peñuela-Martínez et al., 2022). Como ejemplo se muestran los datos de la tabla 3 y la figura 10.

Estados de maduración del fruto	Cosechador A		Cosechador B	
	NFC	%	NFC	%
Nivel 1 (Inmaduro)	0	0	0	0
Nivel 2 (Pintón)	10	0.8	57	47.5
Nivel 3 (Maduro)	100	83.3	45	37.5
Nivel 4 (Sobremaduro)	10	8.3	18	15.0
Nivel 5 (Seco)	0	0	0	0
Total	120		120	
Calificación	Buena calidad		Mala calidad	

Tabla 3. Número de frutos según estado de maduración colectados por dos operadores



Figura 10. Ejemplo de la determinación de la calidad de cosecha del operador (Cosechador B de la tabla 2)

3.2.3. Recomendaciones para la cosecha

A continuación, se presentan algunas recomendaciones que conlleven a la recolección de frutos (figura 11) para cafés especiales.



Figura 11. Cosecha de frutos de café: (A) frutos maduros, (B) medición de grados Brix, (C) cosecha selectiva y (D) selección de granos pintones o sobremaduros

- Capacitar al personal encargado de la cosecha en estados de la maduración del fruto del café.
- Antes de iniciar la cosecha selectiva, es recomendable realizar un primer rebusque de frutos pintones, sobremaduros, secos y perforados por broca.
- Determinar el porcentaje de frutos maduros (ver sección 3.2.2.).
- Revisar que las canastas cosechadoras se encuentren en buen estado y limpias.
- Se inicia la cosecha designando a cada personal una fila de la parcela, en la cual debe desplazarse siguiendo una trayectoria transversal a la pendiente, recolectando los frutos de árbol a árbol hasta terminar la fila.
- La recolección de los frutos debe iniciarse desde las ramas inferiores hacia las ramas superiores de la planta, empezando desde el nudo próximo al tallo y terminando con el nudo cerca al ápice.
- La cosecha se hace colocando los dedos pulgar, índice y medio en la inserción de la base del pedúnculo al fruto, luego debe jalarse suavemente, evitando arrancar las hojas y dañar la cáscara del fruto.
- Asignar un área de descarga de frutos dentro de la parcela, facilitando el control del número de canastas cosechadas por operario.
- Las áreas de descarga deben estar equipadas de bandejas plásticas (canastas cosechadoras) para facilitar la acumulación de los frutos y su flujo continuo a la planta de beneficio en húmedo.

3.3. DESPULPADO

Inicia inmediatamente después de la cosecha selectiva y es la etapa donde el fruto sufre una transformación que da origen al café en pergamino húmedo. Esta labor consiste en separar la cáscara o pulpa del grano de café. Para ello, se utiliza una máquina despulpadora de cilindro horizontal. Los frutos vertidos en la tolva son arrastrados entre dos superficies: una lisa, que ejerce fricción, y otra dentada, que desgarrar el epicarpio o cáscara y provoca la liberación del grano. Finalmente, la despulpadora separa el grano y la cáscara por diferencia de densidad.

Es recomendable realizar el despulpado antes de las seis horas después de recolectado el fruto, de modo que se evite el inicio de la fermentación en una etapa que no corresponde. En caso de no lograr el despulpado a tiempo, es recomendable retirar este lote fermentado del lote de café especial.

Utilizando el cajón cercero y agua limpia, separar los frutos vanos y brocados por diferencia de densidad (figura 12 A). En caso de no tener un cajón cercero, se pueden utilizar tinas (50 L), baldes (20 L) o cilindros (200 L). Para la separación, depositar los frutos en un contenedor lleno de agua (hasta el 50 % de su capacidad), introducir una paleta en el cajón y agitar, de modo que se liberen los frutos de menor densidad que se encuentren presionados por otros, saliendo a la superficie. Esperar unos minutos y con un colador extraer los frutos flotantes. Seguidamente, depositar en baldes limpios los frutos selectos y proceder al despulpado (figura 12 B).



Figura 12. Despulpado en el beneficio húmedo del café: (A) separación de frutos vanos y brocados por flotación y (B) separación de la pulpa de granos de café

3.4. FERMENTACIÓN

La fermentación es el proceso mediante el cual se descompone el mucílago adherido al grano, que será lavado con agua (Sanz et al., 2013). La mayoría de los caficultores del país y, en especial, los del VRAEM, vienen realizando la fermentación aeróbica bajo un sistema de sustrato sólido, es decir, sin la adición de agua y en contacto con el aire del ambiente. Para ello, han utilizado cajones de fermentación de diferentes modelos y dimensiones, en el cual se deposita el café despulpaado y se monitorea por un espacio de tiempo de 12 a 24 horas, dependiendo de la ubicación geográfica de la finca y los factores ambientales.

Asimismo, el INIA y el CITE Agroindustrial han venido difundiendo entre los caficultores el método de fermentación anaeróbica (figura 14) en sustrato sólido, utilizando bolsas de polietileno de alta resistencia. Dicha fermentación se realiza colocando 60 ± 5 kg de café en baba en la bolsa, luego se cierra herméticamente dejando una manguera que conecte a la masa con el exterior y facilite la salida del CO_2 producido por los microorganismos (Puerta, 2012). Inmediatamente, se habilita una botella plástica con agua (trampa de agua) donde se introduce el extremo de la manguera hasta sumergirlo en el líquido, de modo que evite el paso del oxígeno desde el exterior hacia el interior. Este proceso de fermentación puede tardar entre 24 a 36 horas a temperaturas de 22 ± 6 °C.



Figura 13. Fermentación anaeróbica de frutos de café: (A) lavado y clasificación de frutos, (B) depósito de frutos selectos en bolsas de polietileno y timbos, (C) sellado hermético de bolsas dejando una manguera para la salida de gases y (D) colocación de la trampa de agua

Realizando cualquiera de los procesos de fermentación mencionados y siguiendo algunas recomendaciones que a continuación se mencionan, se evitará la formación de los granos vinagres, de sabores agrios y fermentos que podrían mermar la calidad de la bebida.

- Iniciar el proceso de fermento antes de las 6:00 pm.
- Utilizar un cuaderno de apuntes donde se registre el tiempo de fermentación, pH, temperatura y sólidos solubles (°Brix) de la masa.
- Fijar el tiempo de fermentación, el cual puede fluctuar entre 12 a 36 horas, dependiendo de la temperatura del aire, calidad de agua, higiene, sistema de fermentación y calidad de café despulpado (variedad y composición química y microbiana) (Puerta y Echeverry, 2015).
- La medición de temperatura, pH y sólidos solubles (°Brix) (figura 15) se hace extrayendo 5 muestras de 200 ml de mucílago del total de la masa del café, al inicio y final del proceso de fermentación.
- Cuando no está claro el tiempo de fermentación, se recomienda registrar el pH y los sólidos solubles (°Brix) cada 6 horas; es decir, a las 6, 12, 18, 24, 30 y 36 horas después del inicio del procedimiento.
- Al momento de depositarse la masa del café despulpado en el tanque, ésta oscilará de 5.0 a 6.0 de pH y de 17 a 20 en °Brix. Para identificar el momento idóneo para la interrupción del proceso de fermentación, los instrumentos de medición deben arrojar valores entre 3.76 a 4.0 de pH y de 15.0 y 17.0 °Brix (Puerta, 2012).
- Observe que la temperatura del mucílago es siempre mayor que la temperatura ambiente, al inicio y durante los picos de fermentación, llegando a equilibrarse al final del proceso.

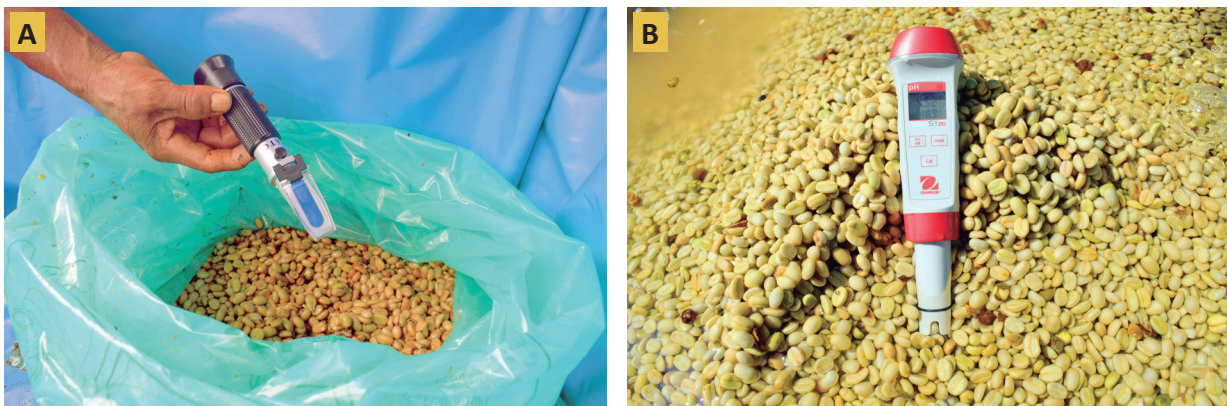


Figura 14. Fermentación de granos de café despulpados. (A) Medición de °Brix de granos embolsados y (B) medición de pH de granos en cajón fermentador

3.5. LAVADO Y CLASIFICACIÓN

El lavado consiste en eliminar el mucílago degradado adherido a la superficie de los granos del café húmedo usando agua limpia, no recirculada y en una cantidad razonable que asegure la inocuidad del producto final (Sanz et al., 2013). Se estima que se utilizan 2 L de agua por cada kilogramo de café en pergamino húmedo, en tres o cuatro lavadas. A continuación, se ofrecen algunas recomendaciones para realizar un buen lavado del café:

- Depositar el café fermentado en el cajón lavador y clasificador hasta el 50 % de su capacidad.
- Agregar agua en el cajón lavador hasta cubrir la masa del café fermentado. Luego, con apoyo de una paleta, remueva la mezcla haciendo movimientos continuos en línea recta de derecha a izquierda del cajón.
- Espere unos minutos hasta que los granos se separen por densidad. En este punto, con ayuda de un colador de cocina, retire los granos vanos que se encuentran flotando.
- Retire el agua utilizada y vuelva a realizar las operaciones descritas hasta verificar que todo el mucílago degradado fue eliminado del pergamino.
- El agua utilizada durante el proceso de lavado es llamada “aguas miel”, la cual debe ser drenada mediante canales o tubos hasta el pozo de aguas miel, donde será tratada mediante el método del filtrado.
- Es recomendable que la planta de beneficio húmedo cuente con un cajón lavador y un cajón clasificador, de modo que cumplan tareas complementarias. De no ser así, en un solo cajón se puede operar el lavado y clasificado del café pergamino (figura 15). La forma del cajón debe ser rectangular y con capacidad de 1000 L, lo que permite trabajar hasta un máximo 800 kg de café en pergamino húmedo. Las dimensiones pueden variar, sin embargo, el INIA recomienda que el cajón tenga 1.2 m de largo x 1.0 m de ancho x 0.8 m de alto.
- Para facilitar la operación de la clasificación de los granos, en uno de los lados del cajón se habilita una compuerta que presente una separación de 20 cm de largo x 80 cm de alto, con ranuras laterales, las cuales sujetan las cuatro tablillas de 20 cm de largo x 20 cm de ancho que mantendrán el nivel del agua en el cajón y permitirán seleccionar el grano en base a su densidad.
- La adaptación del cajón lavador/clasificador con compuertas de separación, permite al caficultor obtener cafés de primera (granos grandes), segunda (granos medianos) y tercera calidad (granos pequeños).
- Finalmente, escurra el café pergamino húmedo por media hora y traslade al área de secado.



Figura 15. Tanques de lavado de grano fermentado de café: (A) tanque revestido con mayólica y (B) tanque de madera revestido con plástico

3.6. SECADO

Es un proceso ampliamente utilizado por los caficultores que consiste en reducir el contenido de humedad del grano de 50 % a 10-12 %, niveles comercialmente exigidos por las empresas de acopio (Jurado-Chaná et al., 2009).

Al café que presenta estos niveles de humedad se le denomina café en pergamino seco (c.p.s.), el cual puede ser conservado por mucho tiempo cuando es depositado en bolsas de polietileno y protegidos en sacos de yute. Si se logró un buen secado, el producto puede conservarse hasta por 6 meses, sin que se afecte su calidad e inocuidad, ya que la actividad de agua es reducida en el grano, limitando el desarrollo de microorganismos, principalmente mohos y levaduras (Oliveros et al., 2013). Para obtener granos de cafés en pergamino de alta calidad se recomienda seguir las siguientes indicaciones:

- Se recomienda para un caficultor que produce anualmente 2500 kg/ha de c.p.s., utilizar un secador solar tipo parábola o domo (figura 16) de 4.0 m de ancho x 8.0 m de largo (área = 32 m²), con capacidad para recibir 253±5 kg de café pergamino húmedo, del cual se obtiene 137±5 kg de c.p.s.
- En cada parihuela se deben distribuir 125 kg de café pergamino húmedo en una capa de hasta 2 cm, y efectuar 4 remociones por día usando un rastillo de madera.
- De ser posible, acondicionar un termohigrómetro para monitorear la temperatura y la humedad dentro del secador solar.
- El tiempo de secado varía en función de la altitud, la radiación solar y el método utilizado. En zonas bajas y muy cálidas, para que el café pergamino llegue al 11 % de humedad, se necesita poco más de 5 horas sol/día, durante 3 a 7 días; mientras que, en zonas altas y frías, este proceso puede durar de 5 a 12 días (Jurado et al., 2009; Oliveros et al., 2013).
- Los cafés dirigidos a mercados especiales requieren un secado lento para que el agua eliminada no arrastre las sustancias solubles que le dan olor y sabor a la bebida. En este caso, el secado debe hacerse abriendo las compuertas anterior y posterior del secador, de forma que el aire circulante seque la superficie húmeda del grano por intercambio de vapor con el exterior. En estas condiciones, el tiempo requerido para llegar a 11 % de humedad es de 20 a 30 días, con 5 horas sol/día, a temperatura de 20 °C y humedad relativa de 75 %. La temperatura promedio dentro del ambiente del secado no debe ser mayor a 40 °C.
- Al obtener café pergamino seco con 10–12 % de humedad, es recomendable dejar enfriar antes de ponerlo en los sacos de yute.



Figura 16. Secado del grano de café pergamino: (A) tendido del grano húmedo, (B) monitoreo de la humedad del grano en secador solar, (C) remoción del grano con apoyo de una tablilla tipo peine y (D) verificación de la humedad antes del almacenado

3.7. ALMACENADO

El café pergamino seco (c.p.s.) debe envasarse en bolsas de polietileno de alta resistencia, impermeable a olores y la humedad; después deben ser depositados en sacos de yute de 56-60 Kg, con 10-12 % de humedad (figura 17). La bolsa plástica mantiene la calidad y evita el envejecimiento del café pergamino. El saco de yute protege de rasgaduras a dicha bolsa, evitando el ingreso de olores extraños o humedad que podrían mermar la calidad del producto.

Después del envasado, los sacos deben ser almacenados en un ambiente limpio, ventilado y seco, sin presencia de sustancias o materiales que puedan contaminar al café (combustible, plaguicidas, maderas con olores fuertes, heces de animales, entre otros), con temperaturas que no sobrepasen los 30 °C y humedad relativa de 65-75 %.

Los sacos con café deben apilarse sobre parihuelas de madera seca y sin olores o de plástico, formando rumas de 25 a 30 sacos, los cuales deben apilarse en 5 sacos por estrato y de forma cruzada, a fin de favorecer la aireación constante entre sacos y evitar que se eleve la temperatura en el centro de la ruma. Asimismo, para evitar pérdidas en peso o calidad debidas al secamiento o humedecimiento del grano de café, recomendamos dejar distancias de 7 cm entre las rumas y las paredes, 7 cm entre rumas y de hasta 2 m hacia el techo.

Es recomendable rotular las rumas, colocando la fecha de ingreso al almacén, variedad, fecha de cosecha, porcentaje de humedad, peso, puntaje en taza y otros datos de importancia para su posterior transporte.





Figura 17. Envasado de granos de café beneficiados en húmedo: (A) envasado en bolsas de polietileno de alta resistencia impermeable a gases y humedad, para luego colocarlos en sacos, y (B) sacos almacenados

4

REFERENCIAS

- Banco Central de Reserva del Perú [BCRP]. (2022). *Exportaciones de productos tradicionales - valores FOB (millones US\$) - Agrícolas – Café*. Recuperado de la base de datos BCRPData. <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/mensuales/resultados/PN01511BM/html/2021-1/2021-12/>
- Boot, W. (2006). Variety is the spice of coffee. Geisha and other varieties. *Roast*, 1-4. https://coffeecourses.com/wp-content/uploads/2015/03/Variety_reprint_May06-2.pdf
- Capajaña, M. (2020). Estudio de calidad física y calidad de taza de café (*Coffea arabica* L.) de dos zonas de cultivo de la provincia de Sandia cosecha 2019. *Revista Científica I + D Aswan Science*, 1(1), 1-7. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8090537>
- Carvajal, H., Aristizábal, T., Oliveros, T., & Mejía, M. (2011). Colorimetría del fruto de café (*Coffea arabica* L.) durante su desarrollo y maduración. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 64(2), 6229-6240. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179922664020>
- Díaz, C., y Carmen, M. (2017). *Línea de base del sector café en el Perú*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo-PNUD. https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/pe/Libro-cafe_PNUD_PE.pdf
- Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). (2019). *Sistematización de la experiencia de los subproyectos de café*. Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA]. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/1368>
- Jurado-Chaná, J. M., Montoya-Restrepo, E. C., Oliveros-Tascón, C. E., y García-Alzate, J. (2009). Método para medir el contenido de humedad del café pergamino en el secado solar del café. *Cenicafé*, 60(2), 135-147. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/188>
- Ladera, Y. (2017). *Comportamiento de variedades brasileñas de café (Coffea arabica) en San Ramón, Chanchamayo* [Monografía para titulación, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio de la Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2979>
- Márquez-Romero, F. R., Huamán, S., Sánchez, H. M. C., Valdeiglesias, J. P., & Márquez, S. C. (2020). Caracterización de la calidad física y sensorial de café de Cirialo – La Convención Cusco-Perú. *TAYACAJA*, 3(2), 40-52. <https://doi.org/10.46908/rict.v3i2.106>
- Márquez-Romero, F., Julca-Otiniano, A., Canto-Saenz, M., Soplín-Villacorta, H., Vargas-Winstanley, S., & Huerta-Fernández,

- P. (2016). Sustentabilidad ambiental en fincas cafetaleras después de un proceso de certificación orgánica en La Convención (Cusco, Perú). *Ecología Aplicada*, 15(2), 125-132. <https://doi.org/10.21704/rea.v15i2.752>
- Martínez, V. M., Aristizábal, I. D., & Moreno, E. L. (2017). Evaluation of the composition effect of harvested coffee in the organoleptic properties of coffee drink. *Vitae*, 24(1), 47-58. <https://doi.org/10.17533/udea.vitae.v24n1a06>
- Montañez, A. G., Arias, J. N., Ayala, W., Carrera, R. P., Dávila, J., Campos, J. D., Huacce, R., Hermoza, Y., Ruiz, F., Flores, M. M. y Altamirano, M. (2022). *Manual del cultivo de café en el VRAEM*. Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA]. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/1625>
- Oliveros, C., Ramírez, C., Sanz, J., Peñuela, A., & Pabón, J. (2013). Secado solar y secado mecánico del café. En F. Gast, P. Benavides, J. R. Sanz, J. C. Herrera, V. H. Ramírez, M. A. Cristancho y S. M. Marín (Eds.). *Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura* (Tomo 3, pp. 49–80). Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC], Centro Nacional de Investigaciones de Café [Cenicafé]. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/4345>
- Peñuela-Martínez, A. E., Guerrero, A., & Sanz-Uribe, J. R. (2022). Cromacafé® Herramienta para identificar los estados de madurez de las variedades de café de fruto rojo. *Avances Técnicos Cenicafé*, 535, 1-8. <https://doi.org/10.38141/10779/0535>
- Puerta, G. I. (2012). Factores, procesos y controles en la fermentación del café. *Avances Técnicos Cenicafé*, 422. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/327>
- Puerta, G. I. & Echeverry, J. G. (2015). Fermentación controlada del café: Tecnología para agregar valor a la calidad. *Avances Técnicos Cenicafé*, 454. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/558>
- Ramírez-Builes, V., Jaramillo-Robledo, Á. y Arcila-Pulgarín, J. (2013). Factores climáticos que intervienen en la producción del café en Colombia. En F. Gast, P. Benavides, J. R. Sanz, J. C. Herrera, V. H. Ramírez, M. A. Cristancho y S. M. Marín (Eds.). *Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura* (Tomo 1, pp. 205–237). Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC], Centro Nacional de Investigaciones de Café [Cenicafé]. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/4322>
- Sanz-Uribe, J. R., Oliveros-Tascón, C. E., Ramírez, C. A., Peñuela-Martínez, A. E., & Ramos-Giraldo, P. J. (2013). Proceso de beneficio. En F. Gast, P. Benavides, J. R. Sanz, J. C. Herrera, V. H. Ramírez, M. A. Cristancho y S. M. Marín (Eds.). *Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura* (Tomo 3, pp. 9–47). Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC], Centro Nacional de Investigaciones de Café [Cenicafé]. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/4344>
- 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 Nº 21]. Centro Nacional de Investigaciones de Café [Cenicafé]. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/593>
- World Coffee Research (WCR). (s.f.). *Variedades de Café Árabica. Catálogo de variedades*. <https://varieties.worldcoffeeresearch.org/es/varieties>



Instituto Nacional de Innovación Agraria







Instituto Nacional de Innovación Agraria

Av. La Molina 1981, La Molina
(51 1) 240-2100 / 240-2350
www.gob.pe/inia



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

ISBN: 978-9972-44-112-7



9 789972 441127