

**BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN EL BENEFICIO DEL CAFÉ EN  
COLOMBIA**

**JUAN CAMILO BOTERO**

**WILSON HUMBERTO BETANCUR SÁNCHEZ**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA ESCUELA DE  
CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO  
AMBIENTE  
MEDELLÍN  
2012**

**JUAN CAMILO BOTERO**  
**WILSON HUMBERTO BETANCUR SÁNCHEZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de**  
**Agrónomo**

**Asesor**  
**MANUEL FRANCISCO POLANCO PUERTA**  
**I.A. Mg.**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA**  
**ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO**  
**AMBIENTE**  
**MEDELLÍN**  
**2012**

La Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, el Director de trabajo de grado y los jurados calificadores no se hacen responsables de las ideas emitidas en el presente trabajo.

Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

Presidente del jurado

---

Jurado

---

Jurado

D ( \_ \_ ) M ( \_ \_ ) A ( \_ \_ \_ \_ )

## **DEDICATORIA**

*A mis padres por su apoyo incondicional, en especial mi padre Humberto Betancur, quien anhelaba ver el día de mi graduación y quien Dios ha llamado para partir de este mundo, no obstante se que en mi mente y en mi corazón siempre estará reflejada su sonrisa por cumplir con la meta de graduarme, a mi esposa Maria Stella e hijos Isaac y Miguel por el esfuerzo tan grande al brindarme espacios para poder culminar mis estudios*

**Wilson**

*Este documento lo dedico especialmente a Dios, quien me ha regalado la vida, la salud, el tiempo y capacidad para poder participar en la realización de este trabajo de grado. A mis padres Bertha María y Julio Alberto, hermanos Luis Felipe y Carlos Andrés, gracias por todo su apoyo incondicional, su generosa comprensión y su tolerancia infinita. Con amor,*

**Camilo**

## **AGRADECIMIENTOS**

*Expreso mis más sinceros agradecimientos al asesor por su apoyo profesional e incondicional por su mirada ética al impulso de un trabajo con la misión de ser buen material de apoyo al gremio caficultor.*

*Expreso mis agradecimientos a la Universidad por darme la oportunidad de culminar mis estudios profesionales, a las directivas por su apoyo, al asesor y al jurado por su disposición constante de orientar y motivar en circunstancias donde un ser humano lo requiere para salir adelante con sus sueños y esperanzas de forjar un mejor porvenir*

**Wilson**

*Agradezco rotundamente a Dios, a mi compañero Wilson Betancur, al doctor Juan Bayona, al doctor Juan Acosta, a la doctora Francia Villegas, a nuestros asesores Juan Padilla y Francisco Polanco y a Diego Mauricio Hernández en su rol de jurado, (Directivos y Docentes de la UNAD), por toda la amabilidad y ayuda que me brindaron para poder profesionalizarme y avanzar en mi proyecto de vida. Con aprecio,*

**Camilo**

## Contenido

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	122
1. INTRODUCCIÓN .....	15
2. REFERENTE TEÓRICO.....	17
2.1 CONCEPTUALIZACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS.....	17
2.2 PROCESO PRODUCTIVO DEL CAFÉ.....	18
2.3 INOCUIDAD DEL CAFÉ .....	19
2.4 BENEFICIO DE CAFÉ, PROCESO.....	20
2.5 ETAPA DE RECOLECCIÓN DEL CAFÉ.....	20
2.5.1 Instrumentos existentes hoy en Colombia para la recolección de café.....	22
2.5.1.1 Aroandes.....	23
2.5.1.2 Coco recolector con un anexo de lengüeta plástica.....	23
2.5.1.3 Raselca.....	24
2.5.1.4 El alfa .....	24
2.5.1.5 Modificación de las derribadoras (derrizadoras).....	25
2.5.2 Buenas prácticas agrícolas en la recolección del café. ....	26
2.6 ETAPA DE RECIBO DE CAFÉ CEREZA.....	28
2.6.1 Manejo de la broca del café en fase de recolección.....	30
2.6.2 Buenas prácticas agrícolas en la fase de recibo de café.....	30
2.7 EL BENEFICIADERO.....	31
2.7.1 Construcciones.....	32
2.7.2 Requisitos higiénicos para los procesos de beneficio del café en la finca.....	32
2.7.2.1 Buenas prácticas de higiene para el personal.....	33
2.8 TIPOS DE BENEFICIO DE CAFÉ.....	33

2.8.1 Beneficio del café Por vía húmeda.....	33
2.8.1.1 Clasificación del beneficio húmedo.....	34
2.8.1.1.1 Beneficio tradicional.....	34
2.8.1.1.2 Beneficio ecológico ó tecnología becolsub.....	35
2.8.2 Beneficio del Café Por Vía Seca.....	37
2.9 BENEFICIO HÚMEDO EN COLOMBIA, PROCESO.....	38
2.9.1 Etapa de despulpado.....	38
2.9.1.1 Equipos de despulpado .....	39
2.9.1.2 Despulpado sin agua.....	39
2.9.1.3 Manejo de la broca del café en la fase de despulpado.....	40
2.9.1.4 Buenas prácticas agrícolas en el despulpado del Café.....	40
2.9.2 Etapa de fermentación natural del café.....	41
2.9.2.1 Factores controlables de la fermentación del café.....	42
2.9.2.2 Factores no controlables de la fermentación del café.....	43
2.9.2.3 Buenas prácticas agrícolas en la fase de fermentación.....	43
2.9.2.4 Buenas prácticas agrícolas en predios que cuentan con desmucilaginado mecánico.....	43
2.9.3 Etapa del lavado del café.....	44
2.9.3.1 Buenas prácticas agrícolas en la fase del lavado del café.....	44
2.9.4 Etapa del secado del café.....	45
2.9.4.1 Humedad óptima.....	46
2.9.4.2 La actividad del agua en las semillas y su importancia.....	47
2.9.4.3 Causas de re-humedecimiento del café.....	48
2.9.4.4 Consecuencias que se producen en el café húmedo.....	48



2.9.4.4.1 Disminución del peso del café.....	48
2.9.4.4.2 Deterioro de la calidad del café húmedo.....	49
2.9.4.4.3 Defectos de calidad de café generados por humedad.....	50
2.9.4.5 Secado al sol.....	50
2.9.4.5.1 Infraestructura empleada en el secado al sol.....	51
2.9.4.5.1.1 La marquesina.....	51
2.9.4.5.1.2 Secador solar parabólico (SSP).....	52
2.9.4.5.1.3 Paseras solares o el secador tipo túnel solar.....	53
2.9.4.5.2 Manejo del secado al sol.....	54
2.9.4.6 Secado mecánico .....	55
2.9.4.6.1 Sistemas combinados, sol y mecánicos.....	61
2.9.4.7 Manejo de la broca del café en la fase del secado.....	63
2.9.4.8 Tecnologías enlazadas a la fase de secado.....	63
2.9.4.9 Análisis de peligros en la etapa de secado.....	64
2.9.4.10 Buenas prácticas agrícolas en la fase de secado.....	65
2.10 EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO.....	67
2.10.1 Buenas prácticas agrícolas en empaque y almacenamiento.....	68
2.11 MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DEL PROCESO DEL BENEFICIO DEL CAFÉ.....	69
2.11.1 La pulpa.....	69
2.11.2 La fosa (procesador de materia orgánica) .....	69
2.11.3 El lombricultivo.....	70
2.11.4 El mucílago.....	72
2.12 LA TRAZABILIDAD DEL CAFÉ.....	73

2.12.1 Registros de trazabilidad del café pergamino en la finca.....	74
3. DISCUSIÓN. ....	75
4. CONCLUSIONES.....	82

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Norma técnica NTC 2090 (Cenicafé-ICONTEC).....	38
Tabla 2: Constante del porcentaje de cosecha día pico Vs Altura sobre el nivel del mar....	57
Tabla 3: Capacidad de secadoras de tres mallas Vs Tiempo de secado.....	60
Tabla 4: Costo Aproximado del secado de una carga de café (125 kilos).....	62
Tabla 5: Costos aproximados de inversión en la adquisición de equipo ó infraestructura de Secado.....	62

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Prácticas de la producción de café en las cuales deben emplearse las BPA...	18
Ilustración 2: Proceso del café, forma esquemática de la segunda instancia.....	19
Ilustración 3: Planteamiento de investigación sobre recolección de café.....	21
Ilustración 4: Equipo Cangaro.....	23
Ilustración 5: Equipo Raselca para cosechar granos maduros de café.....	24
Ilustración 6: Equipo Alfa para la recolección de café.....	25
Ilustración 7: Modificación mecánica de derribadoras.....	25
Ilustración 8: Tapa plástica de tolva para atrapar la broca .....	30
Ilustración 9: Modulo Becolsub M5000.....	36
Ilustración10: Desmucilagador mecánico.....	37
Ilustración 11: Despulpadora Cenicafé – Ingesecc 300.....	40
Ilustración 12: Mesas para el secado de café.....	52
Ilustración 13: Secador solar parabólico.....	53
Ilustración 14: Secadora de bandeja .....	55
Ilustración 15: Secadora de tres mallas a gas propano .....	56
Ilustración 16: Rastrillo revolvedor y recogedor de café .....	64
Ilustración 17: Correcto almacenamiento de café pergamino seco .....	67
Ilustración 18: Fosa para transformar la pulpa .....	70
Ilustración 19: Lombricultivo.....	71
Ilustración 20: Alimentación de cerdos.....	73

## **RESUMEN**

La cultura cafetera colombiana ha hecho parte en la transformación cultural, tecnológica, paisajística y urbanística, pionera en adopción de tecnologías, mostrando investigación y análisis de acciones en pro de la competitividad, productividad y sostenibilidad; argumento que da el paso de tecnología a tecnología en temas agronómicos y manejo post-cosecha del grano de café, esto articulado a contextos internacionales hace que se presente al gremio una serie de protocolos para aplicar BPA en el cultivo, en las etapas de cosecha y post-cosecha.

Hoy persisten problemáticas ambientales, argumentados en la inadecuada disposición final de los residuos resultantes del beneficio húmedo del café (pulpa, mucílago y aguas residuales del café), además se tienen problemas constantes con la calidad del grano y su resultado en la prueba de tasa; la constante aplicación de inadecuadas prácticas agrícolas en el Beneficio del Café se refleja en la calidad final de la bebida.

Con la presente recopilación y análisis bibliográfico se presentan acciones, métodos, herramientas y procesos que hacen parte de las BPA en el Beneficio de Café adoptadas en Colombia, resaltando la importancia que tienen como una práctica sostenible y proyectando este trabajo como guía que permita mejorar la implementación de las BPA en el beneficio de café apuntando a la sostenibilidad de la caficultura.

## **ABSTRACT**

Colombian coffee culture has become a party to the cultural transformation, technological, and urban landscape, a pioneer in technology adoption, research and analysis showing actions for competitiveness, productivity and sustainability, I argue that the step from technology to technology agronomic issues and post-harvest handling of the coffee bean, this articulated international contexts makes this the union is a set of protocols for implementing BPA in the culture, in the stages of harvesting and post-harvest.

Environmental problems persist today, argued the improper disposal of waste resulting from coffee wet mill (pulp, mucilage and wastewater coffee), plus you have constant problems with grain quality and test result rate; the constant application of inappropriate agricultural practices Benefit Coffee is reflected in the final quality of the drink.

With this collection and literature review are presented actions, methods, tools and processes that are part of the BPA in the Coffee Mill taken in Colombia, highlighting the importance of a sustainable practice and projecting this work as a guide to improve the implementation of GAP in the coffee mill pointing to the sustainability of coffee.

## 1. INTRODUCCIÓN

El cultivo del Café tiene una amplia trayectoria en nuestro país, desde su comienzo ha sido el impulsor de transformación social y tecnológica, hoy sigue ocupando un representativo lugar en nuestra economía y más aún presenta una importancia particular por su peso en el desarrollo del tejido social; su especial ubicación estratégica en el país implica que las acciones como gremio y en especial la de los productores repercutan fuertemente en la sostenibilidad ambiental, ya que una infinidad de fuentes hídricas de nuestro territorio nacen en zona cafetera y gran parte de nuestra sociedad igualmente se ubica en esta franja.

El café actualmente en Colombia atraviesa una crisis que invita a reflexionar sobre los modelos actuales de producción, de las acciones que se deben tomar para afrontar los problemas evidentes de sustentabilidad ambiental, la pérdida progresiva de calidad del grano en la bebida, la pérdida de mercado a nivel mundial y la insostenibilidad de los predios por reducción de productividad.

Las nuevas exigencias del mercado a nivel internacional, la tecnología que gira en torno al negocio y la mejora continúa en los sistemas de comunicación, convocan a los actores que forman parte de todo lo comprendido por el gremio cafetero a buscar alternativas que reestructuren los modelos productivos y a la implementación de protocolos que garanticen la inocuidad, trazabilidad y calidad del grano.

Actualmente se plantea en el mundo, la temática de las buenas prácticas agrícolas que se presentan como una alternativa para contribuir a la sostenibilidad en la producción agrícola y en nuestro caso a la producción cafetera, un apoyo como protocolo para cumplir con las exigencias actuales del mercado mundial en lo concerniente a viabilidad y sustentabilidad ambiental de la actividad productiva, calidad del grano, consistencia en las características organolépticas y la inocuidad del producto.

Presentamos esta recopilación y análisis bibliográfico con la finalidad de plasmar las buenas prácticas agrícolas en beneficio del café, documentando de manera ordenada los principales avances que se han logrado desarrollar en el país y socializar estos avances a la

comunidad en general, sirviendo el trabajo como guía para la implementación de las mismas en los predios cafeteros, mostrando las bondades frente a la calidad del grano de café, la eficiencia en la producción, la calidad de vida de los productores y consumidores, además de los beneficios para el ambiente a mediano y largo plazo.

Se plantea este trabajo como una herramienta de consulta y guía para la implementación de las principales Buenas Prácticas Agrícolas en beneficio de café; no obstante queremos hacer énfasis que la documentación presente en el país de buenas prácticas agrícolas en café se restringe mucho a los avances logrados por el gremio cafetero a través del centro de investigaciones del café CENICAFÉ, y si bien consideramos que la participación de la academia y profesionales del área ha sido nutrida en el sector al igual que la experiencia de los productores, es una información de difícil ubicación en los medios y sería preciso una investigación más profunda que determine la inclusión de muchas más fuentes de información; además es preciso reiterar que la temática de las BPA es un proceso de mejora continua fundamentado en los recursos y alcances de cada productor.



## **2. REFERENTE TEÓRICO**

### **2.1 CONCEPTUALIZACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS**

El desarrollo de las buenas prácticas para los procesos del café en la finca se basan en las pautas establecidas tanto por el Codex Alimentarius, como por la Agencia del gobierno de los Estados Unidos para la Administración de Drogas y Alimentos, FDA y por el Decreto 3075 de 1997 del Ministerio de Salud de Colombia, también se fundamenta en el conocimiento y la experiencia sobre los procesos del café adquiridos a través de la investigación científica en Colombia, en especial por CENICAFÉ.

A nivel mundial varias instituciones y ONG, hacen referencia a las buenas prácticas agrícolas, haciendo énfasis en componentes específicos dependiendo de la especialidad del actor en la cadena productiva y círculo comercial en el mercado mundial, de un producto determinado, que en nuestro caso es el café; es así como encontramos sellos de verificación y certificación manejados por fundaciones y organizaciones en todo el mundo con el mismo fin de garantizar la aplicación de BPA, sustentabilidad y sostenibilidad de los predios, además de una asertiva relación entre productores, comercializadores y consumidores.

Términos como: UTZ-Certified, Rainforest Alliance, 4C, “Fair Trade Labeling Organizations International (FLO) y conceptos como “hacer las cosas bien y dar garantía de ello” FAO, son cada vez más comunes en el mundo, que involucran a productores, comercializadores y consumidores, en variables que reflexionan sobre la implementación de las BPA.

Partimos de la descripción de las buenas prácticas agrícolas, como la protocolización de acciones que van encaminadas a contribuir a minimizar los riesgos de pérdida de calidad, ha disminuir los niveles de contaminación y aumentar la eficiencia y eficacia en las labores cotidianas de la producción de café, Duicela, 2005.

Las prácticas agrícolas y los puntos clave para establecer las BPA en la finca cafetera se presentan en la Ilustración 1 y se describen a continuación, de acuerdo con los criterios

establecidos por 4C (2004), EurepGap (2004), Utz Kapeh (2004, 2006), Dankers y Liu (2004), National Food Safety Programme (2004), FAO (2003a 2006), Minagricultura (2004), Slob y Oldenziel (2003) y EMBRAPA (2004).



Ilustración 1: Prácticas de la producción de café en las cuales deben emplearse las BPA

Fuente: Cenicafé, las buenas prácticas agrícolas en la caficultura, capítulo 12.

Según Puerta, 2006, los principios de Buenas Prácticas Agrícolas conllevan a varias ventajas como son: Producción y exportación de café de mejor calidad, garantía al consumidor de la inocuidad del producto, disminución de riesgos, defectos y rechazos del producto, control de contaminaciones y adulteraciones, mejora de las condiciones de higiene del café en su procesamiento, mejora de la imagen y competitividad del café colombiano y aumento de las ganancias por el valor agregado que implica un producto certificado.

## 2.2 PROCESO PRODUCTIVO DEL CAFÉ

Según Patiño, 2010, en el ejercicio de producir café, se puede definir varios ámbitos de ejecución de las labores; en primera instancia el cultivo propiamente dicho, este involucra buenas prácticas agrícolas que apuntan hacia la sustentabilidad ambiental, la productividad y la calidad del grano en cereza, el manejo integrado de plagas y enfermedades; en segunda instancia el manejo del grano, iniciando con su recolección en estado óptimo de madurez, transporte al sitio de procesamiento y el beneficio en sus fases húmeda (lavado y clasificación) y seca (secado del grano), finalmente el manejo de almacenamiento

transitorio y transporte al sitio de comercialización, (ver Ilustración 2, en la cual se describe en forma esquemática la segunda instancia del proceso del café),

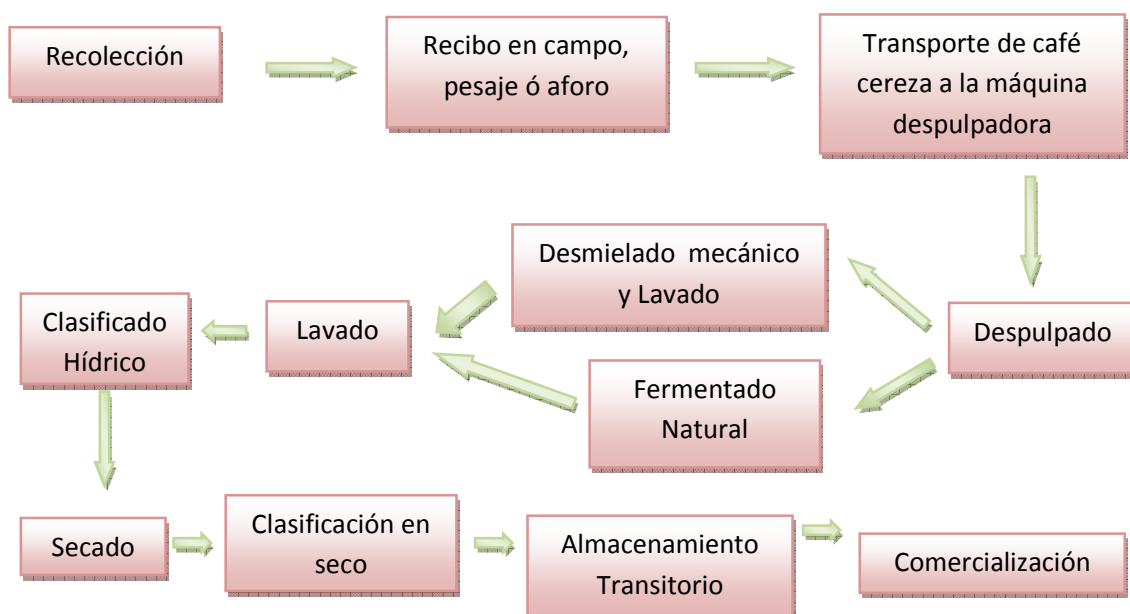


Ilustración 2: Proceso del café, forma esquemática de la segunda instancia

Fuente: Autores

### 2.3 INOCUIDAD DEL CAFÉ

La inocuidad significa que los productos para el consumo humano, tales como alimentos, bebidas, cosméticos y medicamentos no contengan sustancias químicas o microorganismos patógenos o contaminantes, en cantidades que puedan comprometer la salud de los consumidores.

Según Puerta, 2006, en general los consumidores buscan primero cualidades sensoriales en los alimentos y productos, que frecuentemente valoran más que sus componentes nutritivos; sin embargo, cada vez han llegado a ser más conscientes de las consecuencias que algunas prácticas de cultivo y procesamiento de los alimentos implican para su salud y el medio ambiente.

## **2.4 BENEFICIO DE CAFÉ-PROCESO**

El proceso productivo del café lo podemos definir en dos instancias, como lo habíamos mencionado en párrafos anteriores, para efectos de la monografía se hace alusión de las etapas que conforman el proceso del beneficio del grano, iniciando este proceso en la recolección del grano en su óptimo estado de madurez hasta su comercialización.

## **2.5 ETAPA DE RECOLECCIÓN DEL CAFÉ**

El empleo de equipos en el cultivo del café en Colombia es muy limitado, principalmente por la topografía de las zonas cafeteras, las condiciones climáticas, los suelos y el tamaño de las fincas, 95% de ellas con menos de 5 hectáreas sembradas en café. En cosecha, además de los factores anteriores, la desuniformidad de la maduración del café y los estándares exigidos, limita el empleo de algunos equipos portátiles, que en el caso del Brasil, han permitido incrementar la eficiencia de la mano de obra en más del 100% y reducir los costos unitarios en más del 30%, Oliveros, 2006.

La cosecha de café en Colombia es realizada por personas que cuidadosamente recolectan uno a uno los frutos maduros en los árboles y los almacenan temporalmente en recipientes que cuelgan en la cintura, cuando están llenos, se vacían a costales que son transportados por el propio operario hasta lugares de acopio o hasta el beneficiadero de café, una vez terminan la jornada.

El rendimiento de un recolector de café depende de factores inherentes a él, como la técnica que utilice y su motivación, además de factores atribuibles a la plantación, como la oferta y la distribución de los frutos maduros por recolectar, y la altura de los árboles, entre otros.

En Colombia, se paga al contrato por cantidad de café recolectado a un precio previamente propuesto, contratado por unidad de peso (por kilo recolectado) ó medidas de Volumen, Oliveros, 2006.

Correa, 2011, describe que la recolección de café es la actividad con mayor participación en los costos de producción en Colombia, equivale de un 35 a 40% de los costos de producción, variando según las condiciones de cada predio.

El único cambio significativo que ha tenido esta labor en 200 años es el paso de usar recipientes contruidos con fibras naturales, llamados canastos, a recipientes plásticos de igual forma, llamados cocos recolectores.

El uso de algunas tecnologías empleadas en Brasil para cosechar café en terrenos de menor pendiente y en plantaciones de alta densidad, así como el desarrollo de nuevas tecnologías de diseño propio para mecanizar esta labor en Colombia, se han dificultado, debido a que en la mayor parte de las zonas productoras de nuestro país, la cosecha se realiza entre 12 y 18 pases al año, algunos con mayor carga de frutos maduros. En las áreas donde la cosecha es más concentrada, principalmente en la Sierra Nevada de Santa Marta, las elevadas pendientes, la fragilidad de los suelos y las altas densidades impiden el uso de tecnologías empleadas en otros países, Oliveros, 1998.

Las investigaciones en cosecha de café empezaron oficialmente en Cenicafé en el año de 1997, con la finalidad principal de reducir los costos de esta labor; para tal fin se propuso el plan general de investigación en la cosecha de café, esta la podemos describir gráficamente en la Ilustración 3.

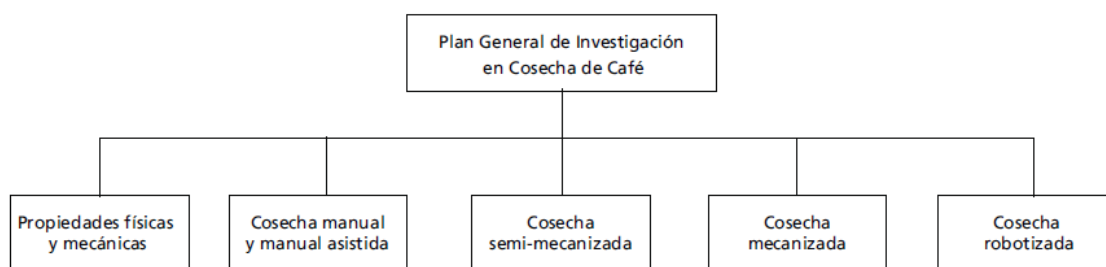


Ilustración 3: Planteamiento de investigación sobre recolección de café  
Fuente: CENICAFÉ

Para recolectar el café de una manera más eficiente, el operario debe actuar de la siguiente manera:

- Realizar movimientos en el surco por caras.
- Cosechar el árbol de arriba hacia abajo o de abajo hacia arriba.
- Recorrer la rama desde el tallo hacia la punta.
- Desprender todos los frutos maduros en orden, sin empuñarlos y dejarlos caer al aro o al canasto recolector.
- En caso de emplear instrumentos como la manga recolectora diseñada por CENICAFÉ (aroandes-canguaro), al momento de acumular en la manga cierta cantidad de café, debe levantar el brazo para transportar el café al depósito y cuando este se llena (10 kg aproximadamente) el recolector debe llevar el café al costal y repetir el proceso, Fisco, 2008.
- En caso de solo emplear canasto ó coco recolector, al llenarse se debe retirar las hojas y material como pedazos de rama, piedras, materiales extraños, entre otros; llevarlo a un costal de fibra sintética preferiblemente y tapar el saco para evitar la fuga de broca del café nuevamente al lote.

### **2.5.1 Instrumentos existentes hoy en Colombia para la recolección de café.**

Actualmente en Colombia se emplea de manera cotidiana el canasto plástico denominado coco recolector, para la recolección, pero igualmente en algunas zonas del país aún se emplea el canasto de mimbre, por parte de CENICAFÉ se ha incursionado en varias investigaciones del cómo mejorar la eficiencia y eficacia de la recolección, de estos estudios se han presentado alternativas que aún no están totalmente disponibles a nivel comercial, estas tecnologías propias desarrolladas por CENICAFÉ, se mencionan por la calidad de los estudios, algunos ejemplos de estas tecnologías son:

### **2.5.1.1 Aroandes-Canguaro.**

Según Fisco, 2008, este equipo consiste en un aro unido al antebrazo para la recepción de los frutos desprendidos, una manga para conducirlos a un morral en la espalda para almacenarlos temporalmente, la cual pretende reducir al mínimo el tiempo empleado en los movimientos estrictamente necesarios para cosechar café manualmente.

Cuando el peso empieza a incomodar, el operario levanta los brazos para que los frutos caigan al morral.

Con este sistema se logra aumentar la capacidad de recolección de los cosecheros hasta en un 40%, con la ventaja adicional de que se obtienen pérdidas al suelo menores de un fruto por árbol; las cuales, en el sistema tradicional, son en promedio 10 frutos por árbol, López, *et al*, 2008, actualmente el equipo fue mejorado (ver ilustración 4, en la cual se muestra varias vistas del equipo).



Ilustración 4: Equipo Canguaro

<http://granosano.jimdo.com/productos/canguaros-2m/>

### **2.5.1.2 Coco recolector con un anexo de lengüeta plástica.**

Sirve para aumentar el área de recepción de los frutos desprendidos en el coco recolector. Con el uso del método mejorado, manejo de tiempos y movimientos desarrollado por Cenicafé (1999) y el anexo de la lengüeta plástica, se obtuvo un aumento en la capacidad

de recolección de hasta un 36% por operario y una disminución de pérdidas de frutos al suelo, Oliveros 1999.

### **2.5.1.3 Raselca.**

Consiste en un tubo de PVC de 50 mm de diámetro cortado longitudinalmente, con bisagras en uno de sus lados y pasadores ajustables para los dedos, con el fin de permitir la apertura y cierre rápidos de la misma. La herramienta tiene en uno de sus extremos dientes de nylon que se usan para desprender los frutos a medida que el operario la desplaza en la rama (ver Ilustración 5, se observa un equipo en manos del operario ejecutando la labor), Universidad de los Andes, Revista de ingeniería N° 33, 2011.

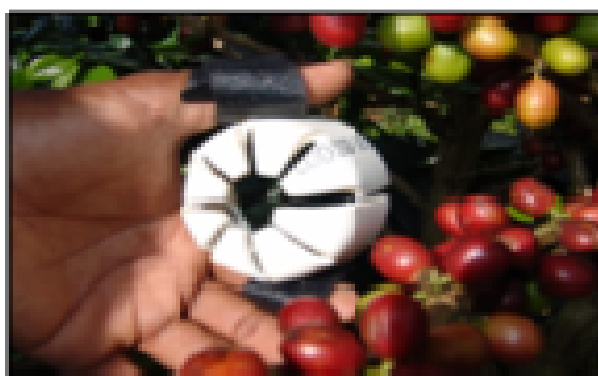


Ilustración 5: Equipo Raselca para cosechar granos maduros de café

<http://granosano.jimdo.com/productos/raselca/>

Algunas modificaciones mecánicas y adaptaciones de herramientas empleadas en cultivos similares como los olivos en Europa, han dado orígenes a otros equipos.

### **2.5.1.4 El alfa.**

El cual consiste en un par de baterías recargables llevadas en un cinturón, las cuales son fuente de energía de un motor eléctrico de corriente directa de 15 W con un golpeador de nylon acoplado directamente a su eje, (ver Ilustración 6, en esta imagen se observar un equipo en operación), Universidad de los Andes, Revista de ingeniería N° 33, 2011.





Ilustración 6: Equipo Alfa para la recolección de café

Fuente: Universidad de los Andes, Revista de ingeniería No. 33, 2011.

### 2.5.1.5 Modificación de las derribadoras

Desarrollada en Brasil, estos son equipos mecánicos para aplicar vibro-impactos a las ramas y los frutos a través de un par de juegos de dedos plásticos que oscilan desfasados 180°. Con el uso de derribadoras para las condiciones colombianas no se lograron resultados satisfactorios, (ver Ilustración 7, por medio de la cual se muestra un operario utilizando dicho equipo), Universidad de los Andes, Revista de ingeniería N° 33, 2011.



Ilustración 7: Modificación mecánica de derribadoras

Ingeniería y café en Colombia, C. E. Oliveros-*et al.* 2011

**Nota:** Las dos ilustraciones anteriores (equipos alfa y derribadoras), son presentadas a blanco y negro, debido a que no es posible disponer de ellas a color, por el motivo que solo fueron utilizadas por CENICAFÉ a nivel investigativo, y no están disponibles comercialmente.

### **2.5.2 Buenas prácticas agrícolas en la recolección del café.**

Para la cosecha de café, es necesario verificar que los recolectores tengan la habilidad y si es posible, la capacitación para la recolección selectiva de frutos maduros.

Según Oliveros, 2008, en cada finca debe planificarse los pases de recolección según los registros de floración, para obtener una mayor proporción de frutos maduros en la cosecha, no obstante y en acuerdo al manejo integrado de la broca del café (*Hypothenemus hampei*), se debe planificar muy bien la labor del RE-RE, recolección constante cada 15 días aproximadamente, recolectando frutos maduros y el repele o cosecha sanitaria en lotes próximos a la renovación (cambio del árbol por uno nuevo o zoqueo).

Verificar que los recolectores de café no cosechen frutos verdes, como máximo deben tolerarse solo 20 frutos verdes por cada kilogramo de café cereza recolectado; sin embargo, estos frutos verdes deben separarse por cualquier método de la cereza (café maduro) y de los granos despulpados, para no permitir que pasen al tanque de fermentación, ni al secado, estos suelen tener un efecto sobre la tasa de café transfiriendo sabores no deseables, Oliveros, 2008.

Puerta, 2006, expresa que el café cosechado debe empacarse en sacos o recipientes limpios, libres de contaminaciones químicas, biológicas ó físicas, protegerse de daños físicos, de altas temperaturas y entregarse pronto al beneficiadero, de tal forma que no se sobrefermente, se humedezca o se contamine.

Cabe anotar que si bien el café cereza se recolecta en cocos plásticos, estos se deben estar vaciando constantemente en costales de fibra, los cuales y con frecuencia son empleados de manera reciclada de empaques de fertilizantes de síntesis química y/o alimentos concentrados para animales; por lo tanto se debe implementar un plan de manejo y aseo ha este tipo de empaque que garantice la limpieza de los mismos y evite la contaminación del café cereza con sustancias químicas, biológicas o agentes físicos que alteren la calidad del fruto recolectado. Los empaques deben mantenerse en óptimas condiciones y realizar la

reposición de los mismos constantemente de ser necesario para evitar derrames de los frutos en los lotes recolectados.

Los cocos recolectores al igual que los costales empleados en esta función, deben mantenerse lavados y desinfectados, para tal fin y según las BPA se deben destinar algunos cocos en labores de fertilización y estos no se deben emplear en la labor de recolección, los equipos y herramientas de recolección se emplearan únicamente para esta función. Para la limpieza de los mismos, se debe emplear agua limpia.

Igualmente Puerta, 2006, describe que durante la recolección, se debe utilizar costales de fibra en buen estado y mantenerlos amarrados durante el tiempo que permanezcan dentro del lote recolectado y evitar el escape de broca del café nuevamente al cultivo.

Los granos denominados guayabas por los agricultores (granos secos), se deben recolectar en un empaque diferente al café recolectado en estado óptimo de maduración. En los granos sobremaduros y atacados por la broca del café (*Hypothenemus hampei*), normalmente hay una sobre población del insecto y es indispensable retirar estos granos del lote y hacer un tratamiento apropiado de estos granos exponiéndolos a altas temperaturas, enterrándolos en el suelo o sumergiendo los mismos en recipiente con tratamiento de agua jabonosa.

Se deben recolectar los granos que caen al suelo en la recolección, ya que estos pueden estar atacados por la broca del café (*Hypothenemus hampei*) y esta labor hace parte del manejo integrado del insecto, Puerta, 2006.

En el transporte se evita la contaminación del café cereza en su recorrido al beneficio, con animales, frutas, pinturas, combustibles, sustancias químicas, tierra, abonos, humos, emisiones del medio de transporte (en caso de emplear vehículos motorizados), Fundación Manuel Mejía. (2008).

Para el caso de emplear tracción animal para el transporte de café cereza, debemos manejar en los predios un buen plan sanitario de los semovientes, que incluye vacunaciones, desparasitada, nutrición, aseo de instalaciones y del mismo animal, aseo de los equipos empleados (aperos, jáquimas, lasos, enjalmas, entre otros), manutención del mismo,

balonado (corte de pelo en cuello y orejas del animal), herrada y demás en lo concerniente a la tenencia saludable de los animales.

Igualmente en las BPA se debe incluir un buen mantenimiento de los caminos y vías dentro del predio, con el fin de facilitar el transporte y evitar accidentes, como vaciado del grano, lecciones de animales y/o humanos, deterioro de vehículos (en caso de ser utilizados).

Como soporte de las BPA, trato justo a los trabajadores, eficiencia y eficacia administrativa, debe tenerse un proceso de calibración constante de los equipos de pesado en el recibo del café; este se puede documentar con certificados de calibración de instrumentos de medición como balanzas, que evidencie efectivamente la labor, Fundación Manuel Mejía. (2008).

Para el aseo del personal se debe contar con instalaciones sanitarias, prendas y elementos de higiene y cuartos para el cambio de ropas, independientes para hombres y mujeres, alejados de las áreas de beneficio y almacenamiento, y suficientemente dotados para facilitar la higiene del personal, Fundación Manuel Mejía. (2008).

En estas áreas deben mantenerse avisos sobre la higiene, para que el personal recuerde lavarse las manos después de usar sanitarios, luego de cualquier cambio de actividad y antes de iniciar las labores de beneficio del café; en el caso de estar el personal en labores de recolección en lotes de café bastante alejados de los sitios destinados para las funciones sanitarias, se debe contar con sitios ubicados estratégicamente para realizar este tipo de necesidades y evitar la contaminación en campo del grano y la exposición de los mismos funcionarios, Fundación Manuel Mejía. (2008).

## **2.6 ETAPA DE RECIBO DE CAFÉ CEREZA**

Una vez los operarios terminan la jornada de trabajo, llevan los costales con los frutos recolectados hasta el beneficiadero. Algunas fincas tienen puntos de acopio cerca de las plantaciones y allí recogen en vehículos, en sistemas denominados cafeoductos ó en bestias caballares y mulares según la región; sin embargo, cabe anotar que en la mayoría de las

fincas colombianas el transporte del café lo deben realizar los mismos cosecheros al hombro hasta el beneficiadero.

En los puntos de acopio del café se agrupan los recolectores y se realiza un aforo del café recolectado y se registra con dos finalidades:

- La primera de tener registro del café recolectado en el lote y de llevar un control para el pago pactado por la recolección según el esquema adoptado en el predio, pago por unidad de peso (kilogramos recolectados) o por medidas de volumen (latas o cocos recolectados).
- La segunda es que para el sistema de aseguramiento a la calidad es necesario llevar registros del lote, variedad, personal recolector, fecha de recolección, condiciones de lluvia o sol predominantes y las inspecciones y registros efectuados durante la cosecha del café; luego de ser recibido el café en los puntos de acopio, este es transportado hasta el beneficiadero, Patiño, 2010.

Correa, 2010, menciona que en el momento de recibo en las tolvas de café cereza, tolva principal y/o en las tolvas de cafeductos (en los predios donde se tengan), es necesario instalar tapas en las tolvas de recibo de café cereza, impregnadas de un producto que funcione como trampa, puede emplearse, melaza (producto de origen vegetal, extraído de la caña azucarera), con el fin atrapar los insectos, impidiendo el vuelo de la broca (*Hypothenemus hampei*) y su retorno al cafetal (observar la Ilustración 8, se muestra tapa artesanal).



Ilustración 8: Tapa plástica de tolva para atrapar la broca  
Fuente: Autores

Una vez llegue el café al beneficio, se inicia en el proceso una primera clasificación física, del café cereza recibido, esta se hace por medio de tanques sifones o cualquier método físico como mallas, rejas en hierro o con equipos que permitan retirar frutos verdes, flotes e impurezas, Puerta, 2006.

#### **2.6.1 Manejo de la broca del café en la etapa de recolección.**

La broca del café (*Hypothenemus hampei*) ha sido ampliamente investigada por Cenicafé en todos sus estados y hábitos, dando como resultado información de la misma, como los momentos en el cual la broca del café vuela y se dispersa durante la recolección y el beneficio del café cereza.

Investigaciones realizadas por Puerta, 2006, señalan que la Broca del café en la recolección es depositada en los costales y sometida al proceso de beneficio del café cereza. Durante el beneficio, muchas de estas brocas mueren, pero otra parte vuela y se dispersa nuevamente a los cafetales.

#### **2.6.2 Buenas prácticas agrícolas en la etapa de recibo de café.**

El café debe inspeccionarse y clasificarse antes del procesamiento, es necesario adoptar un sistema de evaluación de la calidad del café cereza al recibirlo, su estado de madurez, aplicando normas y prácticas de control a los recolectores o cosecheros, para que no recolecten frutos verdes por encima del límite del 2,5%; este se debe beneficiar en forma

eficiente con criterios de calidad y sostenibilidad, en el menor tiempo posible para evitar daños de sobrefermentado, manchado del pergamino, entre otros, que alteran negativamente la prueba de tasa del café.

En la tolva no deberían existir granos verdes, dañados por insectos, sobremaduros ni secos de acuerdo a las BPA, dado que en la recolección debe existir un riguroso control y un buen plan de capacitación a los recolectores, con el fin de únicamente recolectar granos en su estado de madurez óptimo.

No se debe aceptar el café cereza, si se conoce que contiene contaminantes que no puedan reducirse a niveles aceptables, por el procesamiento y la clasificación normal.

Para los frutos recogidos del suelo, en el lote cosechado, debe implementarse un sistema para su manejo en la finca de tal forma que no se junten con el café recolectado, sino que se empaquen por separado utilizando bolsas o cualquier recipiente, además se descarten apropiadamente por descomposición, enterramiento o cualquier método efectivo, de tal forma que no prolifere la broca del café (*Hypothenemus hampei*), ni se contamine el café, Puerta, 2006.

## **2.7 EL BENEFICIADERO**

El café es un producto para consumo humano, por tanto en su producción se deben cumplir las Buenas Prácticas Agrícolas y el control de sus procesos, con el fin de evitar las condiciones que generen la contaminación del producto y la pérdida de su inocuidad y calidad.

Los procesos del café en la finca, que incluyen las buenas prácticas agrícolas, específicamente en el beneficio del café, deben seguir una articulación del proceso hasta la venta como café pergamino seco, incluyendo buenas prácticas de administración que fundamenten la trazabilidad.

Según Puerta, 2006, para la trazabilidad es necesario que se lleven registros de la calidad del café cereza procesado y su origen, así como la fuente del agua usada, los métodos de

beneficio, clasificación, fechas de las operaciones, cantidades, rendimientos obtenidos, humedad y calidad de café pergamino seco producido,

### **2.7.1 Construcciones.**

El Beneficiadero, las bodegas y las áreas de procesamiento del café, deben ubicarse alejados de cualquier fuente de contaminación química, física y biológica.

Patiño, 2010, indica que el funcionamiento del beneficiadero y el sitio de almacenamiento transitorio del café, así como el manejo de las sustancias y los elementos necesarios para el proceso del café en la finca, y los residuos generados, no deben poner en riesgo la salud ni el bienestar de la comunidad.

Todas las áreas de procesamiento y almacenamiento del café, requieren un diseño y construcción adecuados a la producción de la finca, con la ventilación, accesos, pendientes del piso de al menos el 2% y rejillas para drenajes, iluminación y señalización apropiados, tanto para el procesamiento higiénico del producto, como para la circulación segura de personas.

Es necesaria la distribución adecuada de las áreas de procesamiento, para evitar las contaminaciones del producto y para la ubicación de los equipos en la secuencia lógica del proceso.

Figuroa, 1998, justifica que en la construcción de todas las instalaciones en la finca, incluyendo pisos, techos, paredes, tanques, barandas, escalas, y puertas, deben utilizarse materiales y recubrimientos resistentes, no absorbentes y con acabados lisos para facilitar la limpieza.

### **2.7.2 Requisitos higiénicos para los procesos de beneficio del café en la finca.**

Las (BPH) buenas prácticas de higiene, comienzan con un programa de higiene del personal, las instalaciones, los equipos y los empaques.

Por seguridad e higiene, todo el personal debe quitarse sus joyas y cualquier objeto colgante antes de iniciar las labores de procesamiento del café. Los trabajadores no deben



comer, masticar chicle, consumir bebidas, fumar ni escupir en las áreas de proceso del café o manejo de residuos.

La Fundación Manuel Mejía, 2007, señala que el personal según la labor que desempeñe debe usar ropas y elementos de protección adecuados, como guantes, caretas, gafas de seguridad y botas o calzado cerrado de material resistente e impermeable y de tacón bajo.

En la finca debe verificarse que los residuos como empaques de fertilizantes, insecticidas, fungicidas, herbicidas, pulpa, mucílago, aguas residuales, granos de café contaminados y empaques deteriorados, se eliminen y se descarten sin causar contaminación del café ni del agua u otras áreas, y al mismo tiempo que se cumpla con las normas ambientales y se proteja al personal, Fundación Manuel Mejía, 2007.

#### **2.7.2.1 Buenas prácticas de higiene para el personal.**

El caficultor y el administrador de la finca deben tomar las medidas y precauciones necesarias para garantizar que se cumplan las buenas prácticas de higiene en todas las labores.

Lo más adecuado es que todo el personal que labora en las actividades de los procesos del café en la finca, debe estar vinculado al sistema general de seguridad social establecido en las leyes vigentes.

Los empleados deben mantener la higiene personal, usar elementos de protección personal, examinar su salud y estar capacitado para realizar las labores de beneficio, secado, empaque, almacenamiento y transporte del producto según sus funciones en la cadena de producción del café, Oliveros, 2008.

## **2.8 TIPOS DE BENEFICIO DE CAFÉ**

### **2.8.1 Beneficio del café por vía húmeda.**

El proceso de beneficio húmedo de café cereza, involucra el uso de agua en varias fases ó en al menos en una, pero principalmente las características de este proceso es el de quitar la cascara o pericarpio, el mucilago, miel ó mesocarpio del fruto, su fermentación o

simplemente el retiro del mismo por acciones mecánicas con equipos denominados desmucilaginosos, desmieladoras o quita mucilagos; después de este proceso se realiza una clasificación hídrica y lavado del grano lo que agrega valor al producto.

Este tipo de beneficio es realizado, entre otros países, en Colombia, Kenya y Tanzania. En el mercado mundial se clasifican como productores de cafés suaves colombianos, de excelente calidad y reciben un sobrepeso, Guerrero, 2012.

Existen otros suaves que se producen en otros países como Ecuador, Costa Rica y México.

#### **2.8.1.1 Clasificación del beneficio húmedo.**

En Colombia, el beneficio por vía húmeda es también clasificado como beneficio tradicional y Beneficio Ecológico ó tecnología Becolsub, Figueroa, 1998.

##### **2.8.1.1.1 Beneficio Tradicional.**

El beneficio tradicional es caracterizado por el uso de altos consumos de agua durante todo el proceso especialmente en el despulpado y transporte a través de las otras fases en el beneficio, además de transportar las pulpas y mieles con agua hacia una disposición que generalmente es inadecuada como los mismos afluentes hídricos, o en terrenos al aire libre.

Patiño, 2010, expresa que cuando la pulpa es descargada en las corrientes de agua o en campo abierto, genera una importante carga contaminante, además se desaprovecha una fuente importante de materia orgánica que se pudiese emplear para producir humus a través de lombriz roja californiana, transformar en forma de compostaje o para la producción de hongos comestibles o medicinales.

Con la contaminación por disposición inadecuada de subproductos del café, como mieles y pulpa, da lugar en fuentes hídricas a:

- Falta de oxígeno y alta acidez en el agua, que genera la muerte de animales acuáticos y plantas.
- Proliferación de microorganismos indeseables.
- Agua no potable y no apta para el uso doméstico.

- Inutilización del agua para uso industrial, incluyendo el beneficio del café en otros beneficiaderos.
- Proliferación de malos olores, atracción de moscas, otros insectos y deterioro del paisaje.

En el beneficio tradicional, se pueden llegar a emplear hasta 40 litros de agua por kilogramo de café pergamino seco C.P.S, haciendo uso del agua aproximadamente de la siguiente manera, 12,5% en el despulpado; 37,5% en el lavado y transporte de granos, y 50% en el transporte de la pulpa, Correa, 2010.

El mucílago, así como las aguas del beneficio constituyen residuos de difícil manejo, este genera una alta carga contaminante al medio ambiente.

#### **2.8.1.1.2 Beneficio ecológico ó tecnología Becolsub.**

La palabra BECOLSUB significa, Beneficiadero Ecológico y Manejador de Subproductos, tecnología que fue desarrollada por Cenicafé para realizar un manejo ecológico del café, la cual consiste en el uso de todo tipo de despulpadora para despulpar café sin agua, el uso del desmucilaginador mecánico para desprendimiento del mucílago, el lavado y limpieza del café, el uso de tornillo sinfín para la mezcla y transporte mecánico de los subproductos pulpa, mucílago y materiales extraños, desalojados del desmucilaginador hasta la fosa y el manejo y aprovechamiento de los subproductos generados, (ver Ilustración 9, modulo Becolsub M5000), Sanz, *et al*, 2011.



Ilustración 9: Modulo Becolsub M5000

Fuente: Autores

Con el manejo de esta tecnología “BECOLSUB”, se puede llegar a obtener mieles altamente concentradas, aptas para ser mezcladas con la pulpa ó aprovecharlas en la alimentación animal, Garavito, *et al*, 1998.

Adicionalmente se simplificó notoriamente la tecnología de beneficio que se tenía y se redujo el espacio requerido para beneficiar el café.

Adoptando la tecnología Becolsub, se utiliza aproximadamente 1 litro de agua por kilogramo de café pergamino seco C.P.S, Puerta, 2006.

Cuando el proceso de beneficio se realiza en un modulo BECOLSUB este permite remover más del 98% del mucilago, mediante el uso de un equipo denominado desmucilagador y en concordancia con el manejo del caudal de agua requerido en su operación, el café desmucilagado se puede secar inmediatamente sin necesidad de realizar prácticas adicionales, como dejarlo en tanque y lavarlo previo al secado, Sanz, *et al*, 2011.

El desprendimiento mecánico del mucílago que cubre los granos de café se logra retirar por medio del equipo desmucilagador, al agitarlos en una cámara con un dispositivo que al rotar genera esfuerzos cortantes en la masa y colisiones entre los granos. Según Oliveros, *et al* 2004.

A medida que se incrementa la velocidad de giro de un rotor dentro de una carcaza fija en el equipo de desmielado, los esfuerzos, principalmente cortantes, actúan sobre la superficie

de los granos de café, y la frecuencia de colisiones entre ellos aumenta y generan mayores tasas de desprendimiento del mucilago, Oliveros, *et al*, 1995.

Según Pavón, *et al*, 2009, en Colombia cada día se utiliza más el desmucilagador mecánico, (ver Ilustración 10, se muestra la miel extraída por parte de este equipo). La remoción del mucílago es crítica para la calidad del grano y de la bebida; por esta razón solo se deben beneficiar frutos maduros, ya que los rendimientos del café en pergamino y almendra, así como la calidad de la bebida, son mayores, comparados con los frutos verdes y pintones.



Ilustración 10: Desmucilagador  
Fuente: Comité Departamental de Cafeteros de Caldas

### **2.8.2 Beneficio del café por vía seca**

Este tipo de beneficio se caracteriza por no emplear el agua como elemento clasificador y de lavado del grano, por el contrario, en este tipo de beneficio, el café se recolecta y se despulpa, pasándolo inmediatamente a un secado sin retirar adecuadamente el mucilago o mesocarpio del grano; este tipo de beneficio es muy empleado con variedades de café Robustas y se realiza principalmente en Brasil y en algunos países del continente africano, Patiño, 2010.

## 2.9 BENEFICIO HUMEDO EN COLOMBIA-PROCESO

Son las acciones que se realizan por medio de equipos para la separación de la pulpa del café. El tiempo que duren dichos procesos y el efecto que pueden generar los diferentes compuestos presentes en la pulpa y mucílago del café en la semilla, tiene una clara influencia en la calidad final de la bebida.

El beneficio húmedo del café incluye el despulpado, la fermentación, el lavado y el secado del grano, Patiño, 2010.

### 2.9.1 Etapa de despulpado

El despulpado es una etapa muy importante del beneficio del café, que consiste en retirar la pulpa o cascara del fruto mediante la máquina despulpadora, la cual ejerce una presión sobre el fruto entre el perchero y el cilindro de la maquina. Para evaluar la calidad del café despulpado, Cenicafé, junto con el ICONTEC, desarrolló la norma técnica NTC 2090, que establece que para el despulpado del café se debe cumplir con los siguientes requisitos, (en la Tabla 1, se puede observar los criterios de calidad en la columna izquierda y los valores permisibles por la norma en la columna derecha).

Tabla 1: Norma Técnica NTC 2090 (CENICAFÉ-ICONTEC)

Criterio de calidad	Valor máximo
Pulpa en el café despulpado	Menor al 2%
Granos sin despulpar	Menor al 1%
Granos mordidos	Menor al 0,5%
Granos trillados	Menor al 0,5%

Fuente: Fundación Manuel Mejía. (2007).

De igual forma, se considera indeseable cualquier cantidad de granos de café en la pulpa.

Correa, 2011, asegura que si de una muestra de 167 granos (100 gramos aproximadamente) se presentan siete granos (cuatro gramos aproximadamente) trillados o mordidos, sin despulpar o con parte de la pulpa pegada, se debe revisar la camisa y calibrar de inmediato la despulpadora. De igual manera se debe hacer esta revisión si al tomar tres muestras de 500 gramos de pulpa se observa más de un grano de café en estas condiciones.

#### **2.9.1.1 Equipos de despulpado.**

Cenicafé durante muchos años de investigación demostró que es posible despulpar sin agua con diferentes modelos de maquinas comerciales, sin afectar el requerimiento de potencia de las maquinas y lo que es más importante, sin afectar la buena calidad del grano despulpado, Oliveros, 2001.

Por lo tanto describimos que se puede despulpar en cualquier tipo de máquina diseñada para tal fin, lo importante es que la máquina esté en buen estado y bien calibrada. Esto permite no utilizar agua en el despulpado, Oliveros, 2001.

#### **2.9.1.2 Despulpado sin agua.**

Para despulpar sin agua, se necesita simplemente disponer de una tolva en seco que descargue el café por gravedad a la tolva de una despulpadora, (ver Ilustración 11).

Para el descargue de la pulpa, se emplean equipos como tornillos sinfín, turbo sopladores o simplemente por canal abierto y por gravedad, el café despulpado se coloca en un canal abierto que puede ser en lámina o tubería, pasa a otro equipo de clasificación que se denomina zaranda, pasa luego al desmucilaginador y de allí ó al secado ó a tanques fermentadores para posteriormente realizar un enjuague y a la etapa de secado.

Algunas ventajas del despulpado sin agua son:

- Disminución del tiempo de fermentación.
- Reducción de la contaminación de las aguas hasta un 72%.

- Conservación de la pulpa en forma natural.
- Ahorro de los gastos de agua de la finca.
- Incremento en el proceso de descomposición de la pulpa, Figueroa, 1998.



Ilustración 11: Despulpadora Cenicafé – Ingsec 300  
Fuente: Comité Departamental de Cafeteros de Caldas

### 2.9.1.3 Manejo de la broca del café en la fase de despulpado.

Básicamente en la fase del despulpado el manejo de la Broca del Café se debe realizar en la pulpa resultante de este proceso, es así como el manejo de la pulpa debe incluir el cubrir las fosas de pulpa con un plástico cubierto con pegante que puede ser melaza o grasas naturales, igualmente si se observa salir de la pulpa muchos adultos de broca, se deben tratar con insecticida de baja residualidad o con hongo (*Beauveria bassiana*).

Si no se cuenta con un silo, se debe instalar marquesinas de plástico para tratar los frutos “guayaba, frutos secos” infestados con broca del café (*Hypothenemus hampei*), Oliveros, 2008.

### 2.9.1.4 Buenas prácticas agrícolas en el despulpado del café.

El café debe despulparse el mismo día de la cosecha, sin sobrepasarse 10 horas después de la recolección, si es el caso dependiendo del tamaño del predio es recomendable pesar ó



aforar dos veces el café cereza, al mediodía y en la tarde para transportar constantemente el café al beneficiadero y agilizar la labor del despulpado.

Luego del despulpado debe usarse una zaranda o cualquier método para retirar pulpas y granos no despulados, de tal forma que al tanque solo pasen granos libres de pulpa, Fundación Manuel Mejía, 2008.

La pulpa resultante del proceso se debe dirigir a un sitio separado del resto de las etapas en el beneficio del café, estas se deben tratar adecuadamente, en sitio techado para evitar la absorción de agua y retraso en su descomposición; existen tratamientos específicos para la pulpa del café como transformación en compostaje y/o lombricultivo, Fundación Manuel Mejía, 2010.

### **2.9.2 Etapa de fermentación natural del café**

La fermentación natural del café es la vía biológica natural para producir la fluidificación o desprendimiento del mucílago del café despulpado, mediante la reacción bioquímica de algunos de los compuestos que lo constituyen. Este desprendimiento del mucilago es producido por los microorganismos.

La fermentación adecuada del mucilago es de tipo láctico y va acompañada de un ligero aumento de temperatura. Se presenta durante las primeras horas de fermentación la cual se ve favorecida cuando no está cubierta la masa de café con agua, Patiño, 2010.

La fermentación natural del café consiste en transformar el mucilago de forma que pueda ser retirado mediante el lavado. Este proceso, dependiendo de la altura sobre el nivel del mar, puede tardar entre 12 y 18 horas en un medio sin agua.

En Colombia la sobre fermentación que ocurre en algunas fincas es uno de los grandes problemas que afectan la calidad del café en “taza”, esta se puede generar por revolver cafés de varios días de recolectados y despulados, labor que efectúan muchos caficultores con la excusa de juntar el suficiente volumen de café para realizar una sola lavada y poder emplear los equipos de secado de manera más eficiente, Pavón, *et al*, 2006.

La fermentación natural es un proceso que además de estar afectado por microorganismos también se ve influido por otras variables controlables y no controlables.

### **2.9.2.1 Factores controlables de la fermentación del café.**

- El grado de madurez: hace que la fluidificación y la acidificación de los mucílagos sean más rápidas en los frutos maduros que en los pintones; por eso entre mejor sea la recolección de frutos maduros mejor es la fermentación. La cosecha de frutos verdes, pintones y sobremaduros “daña la calidad en taza”, Correa, 2010.
- Hora de inicio y hora final del proceso: esta variable se puede controlar iniciando rápidamente el despulpado y controlando el proceso final de fermentación, estando muy pendiente del tiempo.
- Lavado del café: esta variable se puede controlar identificando el punto de fermentación e iniciando inmediatamente el lavado con agua limpia. Para garantizar una buena calidad del café, es necesario realizar al menos cuatro enjuagues.
- Volumen del café a procesar: es necesario que el beneficiadero esté diseñado para garantizar el despulpado y la fermentación de todo el café que se recolecte durante el día de mayor cosecha, denominado día pico y que varía según una serie de variables pero fundamentalmente la altura sobre el nivel del mar.
- Disponibilidad de secado: debe disponer de suficiente área para el secado, mediante infraestructura diseñada para tal fin, marquesinas, casa elbas, patios ó equipos como silos para el secado del café.
- Diseño de los tanques: para el proceso de fermentación se debe de disponer de tanques debidamente contruidos para el proceso de fermentación. Estos tanques deben tener los bordes redondeados para evitar el alojamiento de microorganismos y facilitar su lavado, Patiño, 2010.

### **2.9.2.2 Factores no controlables de la fermentación del café.**

- La temperatura de la masa del café: la cual en zonas frías desciende retardando el proceso de fluidificación del mucílago y en zonas calientes disminuye el tiempo de fermentación.
- La temperatura ambiente: es una variable en la que poco se puede influir, sin embargo, construyendo tanques angostos y altos se logra mantener más caliente la masa de café, Correa, 2010.

### **2.9.2.3 Buenas prácticas agrícolas en la fase de fermentación.**

Para el proceso de fermentación del mucílago es necesario que se verifique el tiempo requerido según el clima y las temperaturas predominantes en la finca.

Después de cada fermentación es necesario verificar que el mucilago de café se desprenda fácilmente antes de su lavado, este normalmente se verifica al frotar granos de café y que generen un ruido como cascajo de piedras, igualmente con una vara de madera realizando una acción de enterrar en la pila de café y al sacar la vara se debe quedar un hoyo por unos segundos.

No se deben mezclar en un mismo tanque de diferentes días de recolección, comúnmente denominadas cochadas o lotes de recolección y despulpado, Puerta, 2006.

### **2.9.2.4 Buenas prácticas agrícolas en predios que cuentan con desmucilaginado mecánico.**

Se requiere verificar que el mucilago haya sido retirado del grano del café en la operación de desmucilaginado mecánico; en caso contrario debe lavarse y frotarse para separarlo o eliminar el mucilago de los granos Pavón, *et al*, 2006.

El desmucilaginador, debe permanecer en buenas condiciones, se debe chequear y aforar los sistemas alimentadores de agua, calibrar las revoluciones por minuto del equipo,

chequear a la salida del equipo, los granos de café con el fin de detectar trilla y heridas del grano, entre otros, que puedan afectar la calidad.

La miel que sale como subproducto de los equipos de desmucilaginado se debe disponer adecuadamente en tanques sumideros ó en la alimentación animal, Pavón, *et al*, 2006.

### **2.9.3 Etapa del lavado del café**

El proceso de lavado se consigue con agitación en canales de 0,3 metros de ancho con longitudes que varían entre 10 y 40 metros, mediante la combinación de compuertas y considerables caudales de agua, en este proceso se realiza una clasificación hídrica del grano, por medio de las compuertas y los caudales empleados se pueden separar granos vanos, negros, pulpa del café, pergaminos solos y otras impurezas que se puedan presentar.

Correa, 2010, especifica que este sistema trae desventajas como alto consumo de agua (alrededor de 20 litros por kilogramo de café pergamino seco) y empleo de mucha mano de obra.

Otra práctica muy común es utilizar los tanques de fermentación para simultáneamente lavar y clasificar en ellos; estos se conocen como tanques tina, en esta práctica el proceso de lavado se efectúa directamente en los tanques fermentadores ó tanques tina y consiste en aplicar al café con mucílago fermentado el agua necesaria para cubrir completamente los granos y revolver vigorosamente la masa.

Correa, 2010, expresa que el agua del primer enjuague se vacía y se reemplaza con agua limpia, repitiéndose el proceso tres veces más; en el primer enjuague se concentra alrededor del 66% de la materia orgánica por lo que conviene utilizar este enjuague para remojar la pulpa más seca o el lombricultivo.

#### **2.9.3.1 Buenas prácticas agrícolas en la fase del lavado del café.**

Tapar los desagües del lavado de café con una malla fina, se pueden emplear medias veladas, esto con el fin de evitar escape de granos y manejo de broca del café (*Hypothenemus hampei*).

El café debe lavarse diariamente después de culminada la fermentación.

Para el lavado, clasificación y transporte del café pergamino húmedo se debe utilizar agua inocua, limpia y no recirculada; es necesario evaluar la calidad del agua en la finca, sea de nacimientos o de acueducto, en sus características físicas, químicas y microbiológicas.

Puerta, 2006, asegura que el agua apropiada para lavar el café es incolora, libre de sedimentos, no tiene olor, ni sabor, presenta pH neutro de 6 a 7, está libre coliformes fecales, coliformes totales y de hongos. En caso necesario, se pueden utilizar procedimientos de filtración, aireación, sedimentación o cloración para mantener el agua inocua para el procesamiento y consumo.

Se debe calcular la cantidad de agua necesaria para el lavado del café, cerca de 150 litros por cada 100 kilogramos de café en baba y realizar la operación en varios enjuagues, con el fin de efectuar un adecuado lavado de los granos y no malgastar, ni contaminar el agua; es necesario separar flotes y granos vanos, de los granos de café lavados antes de su secado, Puerta, 2006.

#### **2.9.4 Etapa del secado del café**

El café después de despulparlo, fermentarlo y lavarlo, se denomina café pergamino húmedo, el cual contiene para iniciar el proceso de secado una humedad mínima del 54%.

Correa, 2011, indica que el café a diferencia de otros granos, es el único lavado en el mundo, ni siquiera el cacao, el cual se despulpa, fermenta y se lava, se le realiza un proceso similar al del café, ya que en el cacao el mucílago entra a formar parte del chocolate. En cambio el mucílago fermentado del café es removido con agua limpia ó el mucilago sin fermentar es retirado por equipos como el desmucilagador.

El secado del café es la etapa del proceso del beneficio más importante, la cual contribuye para poder garantizar la buena calidad del grano en la preparación de la bebida; el secado del café consiste en evaporar el agua y dejarlo con un contenido de humedad del 10-12 %, esto se hace para detener los procesos de respiración, germinación de la semilla y además evitar que los hongos, las bacterias y la broca ataquen el grano y deterioren su calidad.

El secado del café se puede hacer al sol de manera directa o por infraestructura diseñada para tal fin; igualmente el secado se puede realizar con equipos como máquina secadora, conocida como silo secador.

Correa, 2011, define que el secado se refiere a la pérdida de humedad del grano hasta cumplir con unos requerimientos específicos que permitan mantener la humedad en un porcentaje permisible; en la mayoría de los granos, incluido el café, el rango de humedad para el almacenamiento seguro es del 10% al 12%.

#### **2.9.4.1 Humedad óptima.**

Para Puerta, 2006, es de gran importancia la humedad en los granos, ya que se considera como un factor determinante en varios procesos como el secado, el empaque, el transporte, el almacenamiento, la tostión y la calidad del café; es un factor para el crecimiento de hongos como *Penicillium*, *Aspergillus*/, *Fusarium*, *Rhizopus*, *Cladosporium* y *Mucor*, los cuales causan daño y deterioran la calidad del café. Cuando ocurren condiciones inadecuadas de humedad, temperatura, tiempo y deficiencias en higiene, la etapa de secado es fundamental para el manejo post cosecha del grano y poder garantizar inocuidad y excelente calidad de la tasa.

Para garantizar la calidad del café pergamino seco (C.P.S), la humedad optima para comercializarlo y almacenarlo no debe pasar del 12% de humedad.

Humedades mayores para almacenar ó comercializar el café, ocasionan que:

- El café pierda rápidamente su característica original de taza.
- Aumente el crecimiento de microorganismos (hongos, bacterias y mohos).
- Ciertas actividades fisiológicas de postcosecha (como la respiración) se realicen con mayor intensidad y el grano consuma energía propia de su materia seca liberando calor y perdiendo peso.

El contenido de humedad, influye en el color de los granos:

- Café de color **blancuzco** - Aprox. de 15% -14 % de Humedad.
- Café de color **verde azulado** - Aprox. de 13% - 12 % de Humedad.
- Café de color **verde claro** - Aprox. De 11%- 10% de Humedad.

Para la conservación de productos agrícolas, por periodos indefinidos de tiempo, en las condiciones naturales de los sitios de producción, comercialización y almacenamiento, se necesita reducir su contenido de humedad hasta niveles que disminuyan su actividad fisiológica y la de microorganismos, principalmente hongos “contaminación biológica por agentes como la Ocratoxina”, que pueden afectar su calidad e inocuidad, Puerta, 2003.

La Ocratoxina A (OTA), es una micotoxina, un metabolito fúngico secundario producido por algunas especies de hongos de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*. Este último no se ha registrado en el café. La molécula es pequeña y soluble en agua, y es una combinación de un aminoácido (fenilalanina) y un policétido al carbono 10 (del metabolismo de las grasas). Contiene un átomo de cloro necesario para su actividad biológica. Es estable en el calor y se extrae fácilmente del café molido con agua caliente, Puerta, 2003.

Los límites reglamentarios actuales para la ocratoxinas A (OTA) en el café, como parte del proceso de armonización de las normas que velan por la inocuidad de los alimentos en toda la Unión Europea, se comunicó a la Organización Mundial del Comercio, mediante la norma No. 1881/2006 del 19 de diciembre de 2006, entró en vigor el 1 de marzo de 2007; esta norma propone niveles máximos para la OTA en el café tostado y molido de 5 µg/kg, y en el café soluble de 10 µg/kg, Puerta, 2003.

#### **2.9.4.2 La actividad del agua en las semillas y su importancia.**

La actividad del agua ( $A_w$ ) es una medida de la disponibilidad de agua. Combina la cantidad de agua, con la medida en que se mantiene en la fase líquida/cristalina y el

contenido de humedad (HC) representa estrictamente una medida de la cantidad presente de agua. Con todo, el agua se asocia en forma distinta en los diferentes productos, de modo que la misma proporción de agua en dos tipos de semillas puede corresponder a distintos grados de disponibilidad de agua. Esto es importante porque la producción de microorganismos, hongos y mohos, así como de ácaros e insectos, como la broca del café (*Hypothenemus hampei*), se prevé a través de la disponibilidad del agua Aw y no del contenido de humedad HC, Villaseñor, 1997.

#### **2.9.4.3 Causas de re-humedecimiento del café.**

El café como todo material higroscópico adquiere o pierde humedad por diferencias de presiones de vapor, es decir por las diferencias de las presiones parciales del vapor de agua en el aire y la presión del vapor de agua en el grano, por tal razón el café adquiere humedad del medio ambiente y el secado se puede tornar muy lento dependiendo de la presión atmosférica, altura sobre nivel del mar, humedad relativa, temperatura promedio de la región en particular, lo que puede ocasionar que el café se rehumedezca.

Otra causa para que el café se rehumedezca son las lluvias repentinas asociadas al secado a sol directo, ya sea en patios de cemento, carros secadores, casas elbas, casas casillas, paseras, costales, bordes de carreteras, en fin todo lo que sea secado directo del café. Las lluvias repentinas por muy rápido que se recoja el café van a producir el re humidecimiento del grano y el defecto conocido como grano veteado que imposibilita la tosti3n pareja del café, Correa, 2010.

##### **2.9.4.4.1 Disminuci3n del peso del café.**

Esta p3rdida de peso es real y se sabe que al cabo de cuatro d3as sin detener los procesos de respiraci3n el café h3medo pierde el 4 % de su peso de materia seca, Correa, 2010.



#### **2.9.4.4.2 Deterioro de la calidad del café húmedo.**

El café con un contenido de humedad por encima del 20 % es atacado por bacterias y levaduras, en algunos casos hongos que pueden generar Ocratoxinas OTA, todos estos efectos conllevan a que se produzca la sobre fermentación del café y generan los ácidos láctico (el mismo ácido de la leche que es agradable y hasta acentúa la acidez del café), el acético (el mismo del vinagre y el cual es el responsable del sabor vinagre del café), luego se produce el ácido propiónico (el cual da el sabor fermento del café) y finalmente se produce el ácido butírico el cual es responsable por un sabor a podrido el cual sabe y huele muy desagradable y es conocido como el sabor “stinker” o nauseabundo, Puerta, 2003.

Cuando el café esta en un rango de contenido de humedad entre el 13 % y el 35%, se presentan las condiciones ideales para los hongos y si por alguna razón se detiene el secado, puede llegar a atacar el *Aspergillus fumigatus* que produce el sabor fenólico del café, el cual da un sabor químico inaceptable por todos los catadores del mundo ya que seca la boca y recuerda como si el café estuviera contaminado por productos de origen químico.

Adicionalmente puede atacar el hongo *Aspergillus flavus*, el cual produce las aflatoxinas que son sustancias imposibles de digerir por el cuerpo humano y que en grandes niveles o en dosis repetidas producen cáncer en el ser humano. Igualmente se puede producir la “ochratoxina” igualmente de consecuencias cancerígenas.

El aspecto de la almendra del café, con el ataque de los hongos se deteriora gravemente, y se puede llegar al defecto cardenillo de colores blancuzcos o amarillentos cuando está llena de esporas de los hongos, el cual es rechazo inmediatamente por cualquier comprador de café, Patiño, 2010.

#### **2.9.4.4.3 Defectos de calidad de café generados por humedad.**

Son seis defectos del café los cuales merman su calidad y que son ocasionados por café húmedo:

- El grano negro: El peor en taza, deteriora el aspecto, el sabor y aroma del café, este es ocasionado por no secar el café a tiempo.
- El vinagre de color amarillo ocre: El cual deteriora la taza del café, ocasionado por ataque de bacterias y hongos.
- El cardenillo: Resultado por el ataque de hongos, su aspecto se da cuando el grano ya está muy lleno de esporas.
- El decolorado vetado: Ocasionado por lluvias repentinas.
- El grano picado por insectos: Como la broca del Café (*Hypothenemus hampei*), la cual en el café húmedo permanece viva en todos sus estados (larva, pupa y adulto) y continúa comiendo y deteriorando el café no sólo por las perforaciones sino por sus excrementos. Adicionalmente por las perforaciones del insecto antes mencionado entran las bacterias y los hongos que empeoran la calidad de la taza.
- Granos aplastados: Al ser pisados por el operario durante el mezclado del café húmedo en las secadoras solares, los cuales se quiebran durante la trilla, Puerta, 2006.

#### **2.9.4.5 Secado al sol.**

La energía solar (directa, difusa y la entregada al aire) se utiliza desde el inicio de la agricultura para el secado de productos agrícolas, con el uso de prácticas como: dejándolos en el campo (como en el caso de cereales y leguminosas, entre otros), colocándolos sobre pisos de concreto ó madera, en marquesinas con techo de vidrio, plástico ó directamente sobre el suelo.

Si las condiciones climáticas son favorables, la energía solar es una excelente fuente para secar ó presecar productos agrícolas. El secado del café en Colombia, es viable, técnica y económicamente para atender flujos diarios de cosecha relativamente bajos, típicos de fincas pequeñas y/o "graneos"; en fincas de mayor producción se requiere del uso de tecnologías apropiadas para aprovechar la energía calórica e incluso en algunos predios es ineficiente el uso de energía solar requiriendo de energías alternativas como el gas, electricidad, carbón u otros materiales; esto dado por factores como, coincidencia de los periodos de mayor flujo de cosecha con la época de mayor precipitación, alto contenido inicial de humedad del producto (54%) y por estar localizadas las zonas cafeteras, en general, en sitios con condiciones climáticas poco favorables (temperatura y brillo solar, ciclos de precipitación bimodales, entre otras), Zambrano, 2006.

Para seleccionar el secado al sol se debe tener en cuenta que se requiere 1 m<sup>2</sup> de secado al sol por cada 5 @ de café pergamino que produzca al año, es decir una finca de 100 @ de C.P.S al año requiere 20 m<sup>2</sup> de secado al sol.

Para calcular las necesidades de secado al sol de una finca y un día, se deben de determinar las arrobas (1 arroba = 12.5 kg) que se produzcan anualmente de café pergamino seco por finca.

Es decir que si se producen 1000 @/año el secador solar requerido será de:

$$\frac{1.000 \text{ @}}{\text{Año}} \div \frac{5 \text{ @}}{\text{m}^2\text{-año}} = 200 \text{ m}^2$$

**Año**                      **m<sup>2</sup>-año**

#### **2.9.4.5.1 Infraestructura empleada en el secado al sol.**

El secado al sol se ve drásticamente afectado por las condiciones climáticas y se pueden emplear patios, paseras, carros secadores, casas elbas y marquesinas.

##### **2.9.4.5.1.1 La marquesina.**

Es un secador que se desarrolló basado en la idea de los invernaderos de flores y hortalizas, donde el café está protegido con una cubierta translúcida de polietileno; la ventaja de la

marquesina y por lo cual su gran difusión es que evita que el café se moje con las lluvias repentinas, reduciendo la mano de obra de supervisión del proceso y evitando el grano vetado, por otro lado los bajos costos de construcción frente a los otros sistemas de secado; su desventaja es que los plásticos no duran más de 2 años en promedio, Oliveros, 2006.

Se han desarrollado diversos tipos de marquesinas. De ellas, la de mesas (ver Ilustración 12, en la cual se visualizan las mesas de secado de café), este diseño es el más práctico, ya que no es necesario pisar el café para revolverlo y adicionalmente no requiere el banqueo del terreno, por lo cual tiene unos menores costos en su inversión inicial.



Ilustración 12: Mesas para el secado de café  
Fuente: Autores

#### **2.9.4.5.1.2 Secador solar parabólico (SSP).**

Desde 1986 en Cenicafé se investiga el empleo de estructuras simples, construidas con materiales disponibles en las fincas, para el secado solar del café. La tecnología más adoptada por caficultores colombianos es la denominada Secador Solar Parabólico (SSP) (ver Ilustración 13), con algunos ajustes al diseño inicial para adaptarlo a sus necesidades, entre ellas piso en malla plástica, empleo de paseras, entre otras. Con su empleo están agregando valor a su producto, preservando la calidad e inocuidad del café, Oliveros, 2006.

Previendo la disponibilidad de recursos en zona cafetera de materiales para construcción como la guadua y los bajos recursos económicos que presentan los pequeños productores de café, algunos investigadores han definido alternativas como el secado parabólico para aportar a la calidad del grano en el país.



Ilustración 13: Secador solar parabólico  
Fuente: Autores

#### **2.9.4.5.1.3 Paseras solares o el secador tipo túnel solar.**

Las paseras solares o el secador tipo túnel solar son tecnologías que permiten tener el café no sobre el piso, protegido de la lluvia y evitar el contacto con el polvo, basura y animales, el sobre secamiento y el rehumedecimiento de los granos, así la calidad se asegura al evitar condiciones de riesgo, se manipula menos el café, lo que implica menor tiempo y menor fuerza de trabajo, el calor se aprovecha durante todo el día y por eso el tiempo de secado se disminuye; aun si hay nubes se concentra el calor y se puede utilizar en días poco soleados, Oliveros, 2006.

El secador tipo túnel solar, fue diseñado con el fin de incrementar el aprovechamiento de la energía solar, disminuir el costo ( $\$/m^2$ ) y facilitar la construcción, operación y mantenimiento. Consta de una estructura de guadua o construida en otros materiales disponibles en la finca o en la región, una cubierta plástica transparente, un piso de malla plástica y compuertas enrollables de plástico transparente, Oliveros, 2006.

Los modelos propuestos hasta el momento por Cenicafé, parten de investigación participativa, experimentados por gran parte de la población cafetera del país; se ha destacado por sus diseños desarmables y que pueden utilizarse en cualquier tipo de topografía del suelo, dentro del concepto modular.

Según Oliveros, 2006, las ventajas de este tipo de sistema, son por nombrar algunas, que el café no está sobre el piso, está protegido de la lluvia, se evita el contacto con el polvo, basura y animales, se evita el sobre secamiento y el rehumedecimiento de los granos.

#### **2.9.4.5.2 Manejo del secado al sol.**

Debido a la radiación solar y a las corrientes de aire, los granos de café que están en la parte de encima de la capa de secado se secan con mayor rapidez que los que están en contacto con el piso. Para que el secado sea más parejo es necesario revolver los granos al menos tres veces por día, para lo cual se utiliza un rastrillo en PVC diseñado por Cenicafé u otras herramientas artesanales como rastrillos en madera, que permite mezclar muy bien los granos, Correa, 2010.

Puerta, 2002, indica que si no se tiene cuidado con el secado al sol, los granos pueden secarse excesivamente o researse. Se recomienda que después de iniciado el secado se deban tomar muestras y trillarlas para observar su color y dureza para saber si ya está seco el café.

Los secadores solares son afectados por las condiciones climáticas de la zona. Si hay poca radiación solar se demora más el secado, por lo que se debe manejar capas de secado máximo de hasta tres centímetros; por el contrario, si la radiación solar es alta el secado es más rápido, por lo que se debe manejar capas mayores de tres centímetros. Al iniciar el secado se debe extender el café en el área disponible para orear más rápido los granos y evitar la aparición de defectos en la bebida, Correa, 2010.

#### **2.9.4.6 Secado mecánico.**

El secado mecánico en silo no depende de las condiciones ambientales; el silo mecánico se demora igual tiempo secando café, independientemente de las lluvias, esté de noche o nubado. Solamente cuando el tiempo está frío se requiere más combustible para calentar el aire a la temperatura de secado. La máxima recomendable es 50° centígrados.

Desde la adopción del secado mecánico de café en Colombia, Cenicafe ha venido trabajando en el desarrollo de tecnologías que permitan obtener una mejor eficiencia y eficacia en el secado y manejando una buena calidad del grano. Sin embargo a pesar del esfuerzo, actualmente la caficultura colombiana se ve enfrentada a serios problemas de calidad en algunos predios cafeteros, causados por el pobre desempeño energético de los equipos y manejo inadecuado de los mismos, causa de desuniformidad del grano y la consecuente pérdida de calidad del mismo, Oliveros, 2006.

En cuanto al secado mecánico, el país se ha destacado por lograr grandes avances en el diseño de equipos y los modelos en el uso eficiente de las energías empleadas en estos diseños como la electricidad, el gas, el carbón y otros insumos como la misma cascarilla del café; se han diseñado equipos de baja capacidad para caficultores, entre ellas, secadoras de dos y tres bandejas ó mallas (ver Ilustración 14).



Ilustración 14: Secadora de bandeja

Fuente: Comité Departamental de Cafeteros de Caldas

Estas funcionan a base de gas propano, presta varias ventajas y es el sacado por canastilla lo que permite manejar pequeños volúmenes de café (ver Ilustración 15, en esta se observan dos diseños de silos mecánicos).



Ilustración 15: Secadora de tres mallas a gas propano  
Fuente: Comité Departamental de Cafeteros de Caldas

Igualmente se encuentran en el país secadoras que queman sólidos en los que se caracterizan carbón coque, carbón mineral, trozos de madera y cisco de café.

Los silos buscan mantener constante el costo de secado por arroba de café y evitando el despilfarro de combustible y energía eléctrica; se busca que a medida que disminuye la emisión de gases de combustión, se asegura la calidad e inocuidad del grano, Patiño, 2010.

Para determinar el tamaño de la producción de los días de mayor recolección se usan los datos estadísticos de la cosecha, modelos establecidos mediante cálculos en instituciones de investigación; en Colombia CENICAFÉ nos expresa tablas con constantes de porcentajes de cosecha de días pico Vs la altura sobre el nivel del mar.

Para calcular las necesidades de secado en silo secador o secado mecánico de una finca en cada día se deben de determinar las arrobas o kilogramos que se produzcan anualmente de café pergamino seco, luego multiplicar esta producción anual por el porcentaje de la recolección de los días de mayor producción, (ver Tabla No. 2, se muestra la constante definida por investigaciones de Cenicafé en términos de porcentaje para determinar los



kilos de café pergamino seco, que se pueden obtener en un día, llamado día pico, durante un periodo anual, esta constante está afectada por la variable de altura sobre el nivel del mar) , Patiño, 2010.

Tabla 2: Constante para determinar el porcentaje de cosecha en día pico Vs. Altura sobre el nivel del mar.

<b>Altura Sobre el Nivel del Mar, (m) m.s.n.m.</b>	<b>Día Pico o de Mayor Recolección, (%)</b>
<b>1000</b>	<b>4.00</b>
<b>1100</b>	<b>3.75</b>
<b>1200</b>	<b>3.50</b>
<b>1300</b>	<b>3.25</b>
<b>1400</b>	<b>3.00</b>
<b>1500</b>	<b>2.75</b>
<b>1600</b>	<b>2.50</b>
<b>1700</b>	<b>2.25</b>
<b>1800</b>	<b>2.00</b>
<b>1900</b>	<b>1.75</b>
<b>2000</b>	<b>1.50</b>

Fuente: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia

Para determinar qué silo o secadora mecánica se requiere en un predio cafetero, debemos conocer la producción anual en arrobas de C.P.S, igualmente se debe conocer la altura sobre el nivel del mar, y nos podemos basar en la Tabla 2, para realizar los siguientes Cálculos:

**Ejemplo 1:** Tenemos una finca de 1.000 @ de CPS/año a 1600 m.s.n.m., ósea según la Tabla 2, con una concentración de la cosecha en los días de mayor recolección, día pico del 2,50 %.

Entonces, días de mayor recolección o día pico=

$$1000@ \text{ CPS/año} \times 0.025 \text{ año/día} = 25 @ \text{ CPS /día.}$$

El café se debe secar en la máquina o silo secador máximo durante 16 horas diarias, es decir de 7:00 a.m. a 11:00 pm; Por un lado, para que el cafetero pueda dormir en la noche, por otro lado, secar en horas nocturnas y en especial en la madrugada requiere más combustible para operar los equipos, por lo cual no es recomendable secar a estas horas, Comité de Cafeteros de Antioquia, Venecia, 2010.

De este ejemplo 1, podemos analizar que se puede seleccionar un silo de secado que tenga capacidad mínimo de 25 @ CPS/día, la cual no existe en el mercado Colombiano como equipo prefabricado y por consiguiente se tendrá que seleccionar la que sigue en capacidad a 25 @, que es una secadora de 30 @ que si está disponible en el mercado colombiano como equipo prefabricado, este silo de tres mallas puede demorar hasta 18 hora para completar el secado de las 30 @, ya que cada 6 horas saca una capa de café de 10 @. De C.P.S, Comité de Cafeteros de Antioquia, Venecia, 2010.

Pudiéndose seleccionar la secadora de 30 @, en tres mallas de 10 @/cada malla, para atender esta finca, sin riesgos de que se presente fermento y fenol y usar las instalaciones de secado al sol para presecar el café en principios y finales de cosecha que hay poco café, Comité de Cafeteros de Antioquia, Venecia, 2010.

**Ejemplo 2:** para calcular el equipo de secado mecánico que se requiera en un predio cafetero:

Si nos encontramos en una finca que produce 350 @ CPS/año a 1700 m.s.n.m. con un día pico del 2.5 %, la producción diaria será de 8.75 @ C.P.S ( $350@ * 0.025 \text{ año/día} = 8.75 @ \text{ CPS /día}$ ). Uno podría escoger una secadora de 9 @ totales de tres mallas, es decir 3.0 @

por malla; pero como la secadora no trabaja 24 horas al día; Como en el ejemplo 1, se expreso que el cafetero va a secar de 7:00 a.m. a 11:00 p.m. es decir 16 h/día, y que una capa de café se demora 18 horas en la secadora o que cada 6 horas entrega una capa de café, luego podemos hacer la siguiente regla de tres:

16 h - 8.75 @

18 h - X @

$X = (18 \text{ h} \times 8.75 \text{ @}) / 16 \text{ h} = 9.84 \text{ @}$

Luego el silo será la inmediatamente posterior a este valor ósea la de 10.5 @ totales o 3.5 @/malla, Comité de Cafeteros de Antioquia, Venecia, 2010.

Para observar los equipos de secado disponibles en Colombia, se han generado por parte de la industria fabricante algunas tablas que estandarizan las capacidades de los silos y en acuerdo a las investigaciones hechas por instituciones científicas como CENICAFÉ que avalan estos parámetros para no alterar la calidad del grano (ver Tabla 3, se presenta datos que estandarizan los equipos de secado mecánico existentes en Colombia ).

Ejemplo: Es decir una secadora mecánica que se fabrique en Colombia con una capacidad de 7.5@ como capacidad total en tres mallas, deberá cumplir con las especificaciones estándar para la industria colombiana, de tener una capacidad por capa ó por malla de 2.5@ y su tiempo de salida por capa deberá manejar 5 horas y el tiempo total de secado de su capacidad será de 15 horas.

Tabla 3: Capacidad de secadoras de tres mallas Vs. Tiempo se secado

**Capacidades de Secadoras de Tres Mallas vs. Tiempos de Secado**

**Trabajando a 50 grados centígrados**

<b>Capacidad Total, @</b>	<b>Capacidad Capa @/capa</b>	<b>Tiempo de Salida de una Capa, h</b>	<b>Tiempo total de Secado, h</b>
7.5	2.5	5	15
10.5	3.5	6	18
12	4	6	18
15	5	6	18
21	7	6	18
24	8	6	18
30	10	6	18
45	15	7	21
60	20	7	21
90	30	7	21
120	40	7	21
150	50	8	24
180	60	8	24
210	70	8	24
240	80	9	27
300	100	9	27
360	120	9	27
<b>450</b>	<b>150</b>	<b>10</b>	<b>30</b>

Fuente: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia

#### **2.9.4.6.1 Sistemas combinados, sol y mecánicos.**

La finca ideal en la etapa de secado es aquella que tenga los dos sistemas de secado, solar y silos secadores. En las fincas de baja producción, cuando haya sol y días cálidos, el secado al sol es el sistema más recomendable, ya que la energía solar no tiene costo. Pero se debe contar con los equipos de secado mecánico para usarlos en las épocas frías y lluviosas, lo cual es muy común en la época de cosecha de café en Colombia. Una buena combinación sería tener el 100 % satisfecha la capacidad de secado con secadora mecánica y un 50 % de la capacidad solar.

Oliveros, 2006, afirma que en las fincas medianas y grandes, se debe tener el 100 % satisfecha la capacidad de secado con silo secador y sólo el 20 % con secadoras solares. Estas marquesinas u otras instalaciones se usan para secar de agua el café, ósea el inicio del secado, o para atender los inicios, finales de cosecha y para secar las pasillas o cafés de mala calidad.

Para conllevar a un breve análisis reflexivo sobre costos de secado, expresamos la siguiente comparación de costos a la fecha, en el uso de diferentes fuentes energéticas para secar café; permitiendo visualizar los diferentes materiales y equipos empleados, ver Tabla 4.

Tabla 4: Costo Aproximado del secado de una carga de café (125 kilos)

<b>Fuente Energética empleada.</b>	<b>Carbón Mineral</b>	<b>Carbón Coque</b>	<b>GAS</b>	<b>ACPM</b>	<b>Cisco de café</b>	<b>Electricidad</b>	<b>Energía Solar</b>
<b>Cantidad aproximada necesaria para secar una carga de Café</b>	30 Kilogramos	25 Kilogramos	16 Libras	5 Galones	26 Kilos	120 KWH	Jornales 0.2
<b>Valor Unitario</b>	\$353	\$300	\$1272.72	\$8.400	\$200	\$203.58	\$25.000
<b>Costo secado por carga</b>	\$10.590	\$7.500	\$20.364	\$42.000	\$5.200	\$24.429	\$5.000

Fuente: Autores

Igualmente en el secado es necesario profundizar un poco sobre los costos de inversión al momento de definir el equipo o infraestructura a emplear en el secado del café en un predio determinado, ver Tabla 5.

Tabla 5: Costos aproximados de inversión en la adquisición de equipo ó infraestructura de secado.

<b>Equipo ó Infraestructura.</b>	<b>Secadora Mecánica 10.5@ a Gas</b>	<b>Secadora Mecánica 10.5@ a Carbón Mineral ó Coque</b>	<b>Marquesina de 20 mtrs2</b>	<b>Secador Parabólico en mesas de secado. De 20 mtrs2</b>	<b>Patio de secado de 20 mtrs2</b>
<b>Unidad</b>	Unidad	Unidad	Metro Cuadrado	Metro Cuadrado	Metro Cuadrado
<b>Valor Unitario</b>	\$2.500.000	\$4.200.000	\$40.000**	\$80.000**	\$70.000**
<b>Total</b>	\$5.500.000	\$4.200.000	\$800.000*	\$1.600.000*	\$1.400.000*

Fuente: Autores

\*El valor expresado es para un área correspondiente a 20 mt<sup>2</sup>, pero vale aclarar que este valor varía según los metros cuadrados que requiera el predio para sus necesidades de secado.

\*\*Este valor no incluye costos de transporte de materiales, ni mano de obra ya que en estas variables influye la ubicación geográfica del predio.

#### **2.9.4.7 Manejo de la broca del café en la fase del secado.**

Se recomienda observar si hay deterioro de los granos de café causado por la broca del café (*Hypothenemus hampei*) durante el secado, para esto se deben colocar trampas o cualquier método para el control de su proliferación y daño, teniendo en cuenta de no ir a afectar el proceso de secado ni la calidad del grano, contaminaciones químicas, físicas o biológicas.

El contenido de humedad debe estar siempre entre el 10 y el 12% antes de su empaque, esto evita que el grano siga siendo afectado por hongos o por insectos como la broca del café (*Hypothenemus hampei*), Puerta, 2006.

#### **2.9.4.8 Tecnologías enlazadas a la fase de secado.**

Instituciones de investigación especializadas como Cenicafé han brindado soluciones en labores que se realizan en el secado del café, como el volteo de la capa del grano, sea en equipos (silos) y/o instalaciones de secado (marquesinas u otras instalaciones), en busca de una mayor uniformidad y eficacia en la labor.

Dispositivos en PVC para revolver el café en el piso y en bandejas denominados Rastrillo Cenicafé-2 (grande y pequeño), (ver ilustración 16, se observa el diseño y el manejo del rastrillo), han sido una de las tecnologías propuestas en el secado del café. Están diseñados para revolver café en secadores solares, incluidos los parabólicos diseñados en Cenicafé, con piso en concreto, malla plástica, bandejas y en las paseras solares, Zambrano, *et al*, 2006.



Ilustración 16: Rastrillo revolvedor y recogedor de café  
Fuente: Comité Departamental de Cafeteros de Caldas

Igualmente en el aprovechamiento de infraestructura presente en zona cafetera como los fogones o estufas leñeras, se presentan adecuaciones de las mismas que minimizan la inversión de los predios cafeteros en infraestructura de secado y que aprovechan energía calórica de las mismas. Cenicafé diseñó y construyó el equipo de secado Escafé, el cual es para un proceso de secado para lotes de 125 kg de café pergamino seco (una carga de café).

Este equipo toma el calor de las estufas campesinas e inyecta un flujo de aire, que aprovecha parte de la energía calórica de las mismas, cuando se preparan los alimentos.

El café lavado se ubica en una cámara de secado de 1m<sup>2</sup> de área, con un orificio encima de la capa de granos y otro debajo, que permiten la inversión del flujo de aire impulsado por un ventilador axial. La energía térmica no empleada en la preparación de alimentos se aprovecha en un 85%. El secado de café toma 3 días operándose 15 horas diarias aproximadamente, equivalentes al funcionamiento habitual de la estufa, Martínez, *et al*, 2006.

#### **2.9.4.9 Análisis de peligros en la etapa de secado.**

Igualmente en la etapa de secado se menciona la aplicación del Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC), se analizan los peligros para la inocuidad y también los defectos que pueden originarse en el grano y la bebida de café durante el secado al sol y



mecánico, el proceso de secado del café es un Punto Crítico de Control (PCC), Se establecen algunos límites críticos en el secado y medidas preventivas como el control de la calidad del café pergamino a secar, de la humedad del grano y de las fuentes de contaminación y también la aplicación de las buenas prácticas para la capacitación del personal y el diseño e instalación de los secadores, Puerta, 2008.

#### **2.9.4.10 Buenas prácticas agrícolas en la fase de secado.**

Patiño, 2010, describe que el secado bien hecho, rápido y sin contaminaciones, ni altas temperaturas, ni rehumedecimiento, trilla, o aplastamiento, conserva la calidad del café sin importar si se hace al sol o en silo secador.

En la Finca debe planificarse el uso de los secadores solares y mecánicos, de tal forma que se aprovechen al máximo las instalaciones y se obtenga un rápido secado del café. Se recomienda una rotulación de las áreas de los secadores disponibles según su uso por días.

El secado de café debe iniciarse inmediatamente después del lavado, los granos de café se deben mover frecuentemente con rastrillos limpios, para un secado uniforme (3 a 4 veces al día, o más si es necesario).

En el secador no se deben mezclar granos de café con contenidos de humedad diferentes, si se emplea secado mecánico las mallas superiores son las empleadas para el café con mayor humedad.

Para el secado al sol del café, es recomendable usar capas delgadas (entre 2 a 4 centímetros), cuando las condiciones climáticas sean más secas, con mayor brillo solar y más viento se pueden utilizar capas más gruesas del grano; 13 a 25 kilos de café pergamino húmedo por metro cuadrado de área de secado, Correa, 2010.

El café debe protegerse de la lluvia durante el secado y evitar que el pergamino del grano se rompa o deteriore durante el secado.

Los productores de café deben tener un sistema para evitar que el café se humedezca de nuevo durante el secado, y tener plena seguridad del método que utilizan para verificar que el café esté completamente seco; también deberían asegurar que todas las zonas de almacenamiento estén secas y bien ventiladas.

Para reducir la presencia de ocratoxinas A (OTA) en el café, el período más importante para que se produzca OTA en cantidades problemáticas es cuando se humedece el producto parcialmente seco, por lo tanto es recomendable planificar adecuadamente las necesidades de secado en el predio cafetero y según sus condiciones y capacidad de recursos económicos, seleccionar el tipo de equipos o infraestructura que más se adapte al predio en particular, Puerta, 2003.

Los comerciantes de café tienen que asegurarse de tener la capacidad de evaluar con exactitud la humedad del café. Sólo debe mezclarse café bien seco, y no se debe almacenar café que no lo esté por completo; Las bodegas y sitios de almacenaje deben estar bien secos y ventilados.

Adicionalmente en el secado en silos se debe tener presente el buen manejo de los mismos, ya que se puede ocasionar en el café un sobre secado si no se detiene el proceso de secado oportunamente. Cuando el café se seca a 50 °C se puede llegar hasta el 7 % de contenido de humedad, cuando el límite inferior de comercialización es el 10%, por esto hay que retirar el café del silo secador oportunamente; por otro lado el café se cristaliza y deteriora si es secado a 60 grados centígrados o más en solo dos horas a esta temperatura. A estas altas temperaturas los aceites (sabores y olores del café) migran a la superficie y posteriormente se oxidan durante el almacenamiento con el oxígeno del aire y originan sabores a reposo en la bebida del café, Correa, 2011.

Correa, 2011, señala que debido a que la temperatura más fría del día para un sitio es cuando amanece, es bueno empezar a secar café con el empleo de equipos mecánicos después que el sol salga, esto es a las 7:00 am aproximadamente y parar a eso máximo de

las 11:00 pm, ya que la mano de obra nocturna es más costosa y a medida que avanza la noche la temperatura del aire ambiente va bajando y se requiere de mayor combustible para mantener una temperatura constante en el aire de secado.

Se recomienda dejar enfriar los granos antes de medir su contenido de humedad.

Secar las pasillas y flotes resultantes del beneficio del café en marquesinas plásticas, en el silo mecánico o en su defecto, solarice este café antes de sacarlo al sol, siempre separado del café de buena calidad, Oliveros, 2006.

## **2.10 EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO**

El café pergamino seco debe ser empacado en sacos de fique limpios, en buen estado y con capacidad para 62,5 kilogramos, Puerta, 2006.

Los sacos de café son arrumados sobre estibas limpias, separados de las paredes y techos, sitio ventilado, seco, limpio y fresco (temperaturas moderadas).

El café se almacena aparte de otros materiales como pinturas, abonos, insecticidas, maderas, sustancias químicas o animales, entre otras (ver Ilustración 17, sistema de almacenamiento de café de manera adecuada), Puerta, 2006.



Ilustración 17: Correcto almacenamiento de café pergamino seco  
Fuente: Comité Departamental de Cafeteros de Caldas

El café pergamino seco de buena calidad con humedad del 10% al 12%, se almacena hasta por seis meses en ambientes con temperatura inferior a 20° C y humedad relativa de 65 a 70%. A medida que aumenta el tiempo, la temperatura y la humedad relativa del ambiente de almacenamiento, la calidad se deteriora más rápidamente; el efecto puede no apreciarse en el pergamino seco, pero sí en la almendra y en la bebida, Fundación Manuel Mejía, 2008.

### **2.10.1 Buenas prácticas agrícolas en empaque y almacenamiento.**

Se deben revisar los empaques que estén limpios y que esta operación se realice en condiciones higiénicas.

Los empaques de café deben marcarse con etiquetas o rótulos con datos que permitan la identificación del café.

Después del secado del café es necesario dejar que los granos se enfríen para realizar la operación del empaque.

En el almacenamiento del café se deben verificar las condiciones de limpieza del sitio para evitar contaminación por químicos, combustibles u otros materiales contaminantes.

El café debe almacenarse sobre estibas limpias, secas y separadas mínimamente 30 centímetros de los muros, el techo y el piso. También debe de protegerse de roedores e insectos, igualmente se debe mantener alejado de otros vegetales o productos que requieran almacenaje para evitar contaminaciones.

Se debe separar el café por calidades y se debe controlar la humedad del sitio para mantener el café en el rango de 10 a 12 % de humedad, Fundación Manuel Mejía, 2008.

## **2.11 MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DEL PROCESO DEL BENEFICIO DEL CAFÉ**

El manejo de residuos es de muchísima importancia en la caficultura contemporánea, debido a la gran disminución de la contaminación del medio ambiente y a los beneficios obtenidos para la producción cafetera y la alimentación animal.

### **2.11.1 La pulpa.**

Es el residuo (subproducto) que en mayor volumen resulta del beneficio del café, corresponde al 40% del peso de la cereza madura, se estima una producción media de dos toneladas frescas/ha/año, Fundación Manuel Mejía, 2010.

### **2.11.2 La fosa - procesador de materia orgánica.**

Tradicionalmente, la pulpa se ha manejado depositándola en procesadores (fosas ó composteras). Estas son construcciones techadas normalmente en guadua o mampostería diseñada de acuerdo al espacio disponible de cada predio (ver Ilustración 18, donde se observa una fosa tradicional) y al volumen de producción que maneja anualmente cada finca; estas fosas ó composteras requieren que contengan varios compartimentos o en su defecto, si se emplea solo un compartimento este debe estar subdividido mínimo en dos áreas que permitan el volteo del material.

El piso sobre el cual se deposita la pulpa debe permitir el “escurrido” de los fluidos (líquidos-lixiviados) que componen la pulpa y en el caso de utilizar el desmucilagador, el producto resultante (mucílago mezclado con pulpa) es transportado por un tornillo sinfín.

Con el fin de facilitar el “escurrido” se puede contar con un falso piso (tendido de guaduas) a unos 10 a 15 cm del piso en cemento. Con esta estructura se encuentran los lixiviados en un punto determinado para su posterior manejo, Fundación Manuel Mejía, 2010.



Ilustración 18: Fosa para transformar la pulpa  
Fuente: Autores

Se pueden realizar varios tratamientos a la pulpa y a las mieles, estos subproductos se pueden orientar a transformarse en un material de excelente calidad que se emplee en el predio como abono orgánico para almácigos, lotes o se comercialice como compostaje o humus que se produce con la técnica del lombricultivo, Fundación Manuel Mejía, 2010.

La pulpa o la mezcla de pulpa y mucilago, debe llegar a la fosa con el menor contenido de humedad; No se recomienda despulpar ni transportar con agua. La idea es lograr su transformación en forma más eficiente, teniendo cuidado de que no se seque totalmente, con el fin de evitar que se suspenda su transformación. Para ello, se pueden emplear en forma de regadío los fluidos (lixiviados) resultantes del beneficio.

### **2.11.3 El lombricultivo.**

La lombricultura es el cultivo intensivo de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en residuos orgánicos, para obtener lombri-compuesto (humus). En este caso, al emplear pulpa de café se logra disminuir el tiempo de descomposición de este material, permitiendo:

Reducción de la contaminación. No se desprenden olores desagradables en el proceso ni se descarga en las corrientes de agua.

Economía. Las instalaciones son sencillas y requieren poca mano de obra, obteniendo humus y lombrices que se pueden utilizar en la finca o comercializarlos.

Se trabaja en “camas” o “lechos” organizados en forma de hileras similares a las utilizadas en los cultivos de hortalizas, de un metro de ancho y longitud variable de acuerdo con la disponibilidad del terreno; tradicionalmente de 2 a 3 mts y una altura de 0,40 mts (ver Ilustración 19).

Se pueden construir en guadua o en ladrillo, contando con una separación prudencial entre hileras para permitir la manipulación del cultivo. El área en donde se establece el lombricultivo debe estar tachada para impedir el encharcamiento por el agua lluvia, y con cerramiento lateral para evitar la entrada de aves y otros depredadores. Sin embargo, debe remojarse hasta lograr una humedad adecuada, para lo cual se emplean fluidos resultante del mismo beneficio, Rodríguez, et al, 2010.

Con una densidad promedio de 5 kg de lombriz / m<sup>2</sup>, el lombricultivo se alimenta con pulpa una o dos veces a la semana; se estima que en un metro cuadrado (1m<sup>2</sup>) se maneja una tonelada de pulpa por año.

El lombri-compuesto ó humus se utiliza: en la preparación del sustrato para sembrar los almácigos, en la siembra de plántulas en el campo, como complemento en la fertilización y mejora las condiciones físicas del suelo; Todos estos son factores que representan manejo eficiente de los recursos del caficultor (ver Ilustración 19), Rodríguez, et al, 2010.



Ilustración 19: Lombricultivo  
Fuente: Autores

#### 2.11.4 El mucílago

El mucílago se puede utilizar para remojar la pulpa y así enriquecer su contenido de nutrientes para su posterior descomposición y utilización para fertilizar los almácigos y el café en producción. Además también es empleado como ingrediente de los purines o abonos líquidos, y para la alimentación de cerdos.

El mucílago o mesocarpio es una estructura rica en azúcares y pectinas, que cubre el endospermo de la semilla de café y mide aproximadamente 0.4 mm de espesor. Representa aproximadamente el 22% en peso del café en baba y el 13% del peso de la cereza, Rodríguez, *et al*, 2010.

El mucílago que resulta del desmucilaginado mecánico, puede ser aprovechado como complemento en la alimentación de cerdos, y reemplaza hasta un 20% de su concentrado (ver Ilustración 20, se señala a un operario suministrando mucilago en una explotación porcicola).

Para obtener un buen resultado de este aprovechamiento, se debe tener presente:

- El mucílago destinado a la alimentación de cerdos debe ser suministrado fresco, no más de 24 horas de obtenido.
- Se puede conservar hasta tres días en frío (refrigerador).
- Iniciar el suministro del mucilago después de que el cerdo pese 40 kilogramos.
- El mucílago no debe emplearse como única fuente de alimentación, Rodríguez, *et al*, 2010.





Ilustración 20: Alimentación de cerdos

Fuente: Comité Departamental de Cafeteros de Caldas

## 2.12 LA TRAZABILIDAD DEL CAFÉ

El principal objetivo de la trazabilidad es garantizar la inocuidad (adecuada calidad sanitaria) aunque la información que se obtiene sirve también para la administración del negocio cafetero y para la toma de decisiones encaminadas a la mejora de los procesos como parte de las estrategias de mejoramiento continuo de la calidad en toda la cadena productiva del café en el país, Fundación Manuel Mejía, 2008.

Según la Fundación Manuel Mejía, 2008, la trazabilidad le permite al consumidor tener la confianza y la garantía de transparencia en la información sobre el producto. Además, la trazabilidad permite hacer seguimiento del café a través de sus procesos y permite establecer las especificaciones de calidad del café producido en la finca, la región y el país. De esta forma, contribuye a documentar la diferenciación del café con respecto a otros orígenes.

La trazabilidad facilita a los comercializadores nacionales y exportadores el cumplimiento de requisitos de los clientes sobre calidad y de otros aspectos como el cuidado del medio ambiente en la producción del café.

La trazabilidad permite la administración y la gestión oportuna de alertas sanitarias, que pueden dañar la imagen comercial de una marca de café.

Además, la trazabilidad permite identificar a otros participantes en la producción del café exportado y consumido.

#### **2.12.1 Registros de trazabilidad del café pergamino en la finca.**

Para llevar un registro de trazabilidad del café en la finca no se requiere necesariamente del uso de tecnologías avanzadas. Un pequeño productor de café puede desarrollar y controlar el seguimiento adecuado de la trazabilidad del producto mediante registros manuales, utilizando formatos sencillos, Fundación Manuel Mejía, 2008.

Para el seguimiento de la trazabilidad del producto en la finca cafetera, se debe utilizar un sistema de codificación y etiquetado que permita la identificación de cada bulto, lote o cargamento de café producido y comercializado, y que facilite la relación entre los insumos, la calidad de la cereza y los procesos seguidos para la producción del café, Fundación Manuel Mejía, 2008.

### **3. DISCUSIÓN GENERAL**

El café se ha caracterizado por ser un producto importante a nivel mundial, las tendencias internacionales de comercialización del grano, cada vez se centran más en pruebas que identifican una serie de características físicas, químicas, biológicas y organolépticas, estas últimas identificando atributos de preferencias para un sin número de clientes y quienes clasifican el grano por su bebida como un café especial; no obstante el termino se puede igualmente emplear cuando el producto, es decir el grano, se ha producido bajo el estricto cumplimiento de protocolos internacionales y normatividades que se vienen presentando al mundo productor; con estos lineamientos se busca lograr una producción sostenible, sustentable, competitiva y productiva, bajo parámetros de calidad y procesos de mejoramiento continuos.

Podemos describir que en Colombia el gremio caficultor está bastante organizado, que cuenta con una estructura gremial que representa a los productores ante el mundo y que cumple importantes funciones frente a la comercialización del grano y al fomento de investigaciones y avances tecnológicos.

Contamos igualmente en nuestro país con instituciones de talla internacional como CENICAFÉ, quien a través de años de investigación ha producido avances significativos en tecnologías que tratan desde lo administrativo hasta lo técnico para producir café, manejo de plagas y enfermedades, avances en genética, que han conllevado a obtener el genoma del café.

No obstante y tras años de acompañamiento institucional a los productores cafeteros del país, de los centros de investigación y un gran número de profesionales que laboran día a día con el gremio cafetero, se denotan en el país grandes brechas tecnológicas entre los caficultores, que conllevan a acrecentar problemáticas de calidad, productividad, sostenibilidad y sustentabilidad de los predios cafeteros, presentando un mismo denominador común que es una pobre adopción de tecnologías apropiadas y poca apropiación en la implementación de protocolos para producir el grano bajo normas y parámetros de buenas prácticas agrícolas.

Para constatar ello están las cifras presentadas en la página de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, en donde se brindan estadísticas frente al número de predios certificados y verificados en normas y sellos internacionales de calidad, aunque es rescatable el esfuerzo institucional por fomentar las BPA y las certificaciones, se presentan en el país un gran número de productores que aún no acceden a estas tecnologías por múltiples variables, en la que podemos destacar la falta de apropiación por parte de los productores de estos protocolos y la tendencia a seguir realizando algunas prácticas por tradición, es decir una reacción negativa al cambio por muchos productores.

Son muchas las variables que conducen a que hoy estemos presentando en el país ya casi tres cosechas anuales por debajo de los nueve millones de sacos, una cifra que nos invita a reflexionar sobre la pérdida de peso como país productor en las escalas mundiales, igualmente las mezclas del grano por parte de la industria torrefactora, amenaza fuertemente y ponen en juego la prima de calidad y permitir el cuestionamiento por los compradores internacionales sobre si justifica o no la diferenciación en centavos de dólar por libra exportada de café colombiano.

Esta breve descripción de cómo se observa el panorama de Colombia cafetero, permite invitar a que efectuemos una profunda reflexión en lo que estamos fallando y hacia donde queremos proyectar la caficultura colombiana, ¿será que las 560.000 familias que describen las bases de datos de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia están realizando las cosas bien?, ¿será que el método de extensión rural que estamos manejando actualmente en la caficultura si está cumpliendo el objetivo de transferir tecnología, herramientas y protocolos que nos conduzcan a seguir siendo reconocidos en el mundo como el mejor café?

Indiscutiblemente son muchos los temas que giran al rededor del panorama actual de la Caficultura Colombiana, pero si bien analizamos las tendencias mundiales frente a la producción de alimentos y en nuestro caso el café, podremos describir que el mundo está exigiendo cada vez más un producto que garantice la inocuidad, que sea sustentable ambientalmente, sostenible, competitivo y productivo; pudiésemos pensar que sería de difícil alcance lograr la conjugación de estos términos, pero en realidad podemos expresar

que se pueden sintetizar en la aplicación de protocolos como la aplicación de buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas agrícolas en el beneficio del café.

Frente a la recolección podemos describir que actualmente en una gran cantidad de regiones cafeteras en nuestro país la recolección se realiza de una manera inadecuada, debido al afán de recolectar grandes cantidades de granos de café por parte de los recolectores, en muchos predios no se capacitan los recolectores antes de su importante labor, no existen cifras claras frente a la adopción de tecnologías, que si bien han sido experimentadas y avaladas por instituciones como CENICAFÉ, no están bien popularizadas en los predios cafeteros de nuestro país; más grave aún es que no existe una cultura clara frente a la recolección de calidad, es decir evitando la caída exagerada de frutos al suelo, el no dejar frutos maduros y sobre maduros en los árboles, y no es una práctica común en el gremio la evaluación de la recolección después de un pase por un lote en particular.

Actualmente en Colombia se remunera esta labor al contrato pagando por kilo de café cereza recolectado, este sistema de pago es muy equitativo con el recolector, pero induce al empleado a tener un ritmo más acelerado de su labor para obtener mejor remuneración; esto implica que se deben tener mayores controles por parte de los propietarios para evitar daños en el lote y recolección inadecuada de granos verdes, labor que se realiza solo en algunos predios.

Se puede llegar a insistir en campañas de enseñanza y concientización de esta importante labor, enalteciendo la labor del recolector y brindando dignidad a esta actividad, ya que en muchos predios el alojamiento para este personal es inapropiado e igualmente la alimentación la cual en muchas fincas es contratada por volumen y no por calidad.

En cuanto a la recolección del café, CENICAFÉ ha realizado varias investigaciones en las cuales se han tomado como partida el estudio de tiempos y movimientos, además de herramientas y equipos para mejorar la eficiencia en la labor de recolección y ser eficaces al momento de recolectar solo granos maduros; a la fecha aún no se ha podido determinar cuál de todos los resultados obtenidos en estas investigaciones es el mejor sistema para dicha actividad y aunque se ha demostrado su mejora en la eficiencia de la labor, la adopción real por los productores es muy baja, nos atrevemos a expresar que existe una

insuficiente publicidad y fomento a empresas que potencialicen la comercialización de estos equipos, de hecho al preguntar a los productores de la región que si conocen estos equipos, la respuesta es negativa ya que los medios de divulgación han sido muy pobres o solo para un público profesional muy específico.

El manejo de broca es fundamental en todas las etapas del cultivo, específicamente en este trabajo se hizo énfasis desde la recolección pasando por el recibo del café en campo y las demás etapas de allí en adelante; no obstante queremos expresar que el manejo del insecto debe ser un manejo integral para mantenerlo en niveles permisibles por las normas de comercialización y aceptables para la sostenibilidad y competitividad del productor.

La broca del café (*Hypothenemus hampei*) es una plaga de un gran nivel de importancia en el café debido a la gran facilidad que tiene para volver al lote, sus altos niveles reproductivos, por los daños que causa a la calidad del café y su facilidad después de ser transportada en los granos cosechados al beneficio y de poder retornar al lote a infestar nuevos frutos.

El empleo de tecnología apropiada en el manejo de la recolección y demás etapas post-cosecha del café, argumentando las labores en buenas prácticas agrícolas en el beneficio del café, nos enfoca a ser eficientes en el negocio al dar un mejor aprovechamiento de los subproductos de la empresa cafetera, como la pulpa y las mieles, adicionalmente la reducción del impacto ambiental, un menor uso de insumos químicos, lograr un mejor bienestar de las familias de los caficultores y mejor aprovechamiento de los espacios.

Acciones como la reducción de la contaminación, si se despulpa sin agua, almacenamiento de la pulpa en sitio techado, simplificación del proceso de beneficio húmedo del café, posiblemente utilizando tecnología como el BECOLSUB, emplear otros subproductos como el mucílago en alimento para animales e iniciar el secado inmediatamente, contribuyen notoriamente en la competitividad y sostenibilidad del negocio.

Las BPA y en especial las buenas prácticas agrícolas en el beneficio del café contribuyen notoriamente a la conservación de características de calidad del grano proveniente de los cultivos, a mejorar la eficiencia y eficacia en las labores de manejo del grano desde su

recolección hasta su comercialización y a fomentar la sostenibilidad de la Caficultura Colombiana.

Frente a labores de despulpado, fermentado y lavado, en los pequeños predios aún es muy usual que se mezclen granos de diferentes días de recolección, con la excusa de que se debe juntar un volumen significativo que les justifique realizar una sola labor de fermentado y lavado; esto ha conllevado a manifestar problemas claros de manejo en beneficio como el sabor a fermento del grano.

Es indispensable seguir fomentando campañas de BPA, concientizando al productor de la importancia de conservar la calidad del grano y que exprese unas características muy deseables en la bebida con el fin de seguir manejando el buen nombre de la calidad del Café Colombiano.

El secado del grano sigue siendo motivo de análisis por el gremio cafetero, ya que si bien se han obtenido resultados importantes frente a equipos, infraestructura y herramientas empleadas en este proceso, se obtienen grandes problemas de calidad de defectos provenientes del mal manejo del grano en el secado; si partimos de las cifras otorgadas por la Federación Nacional de Cafeteros, los predios cafeteros en Colombia son en promedio con áreas inferiores a las tres hectáreas.

Este breve contexto frente al secado nos muestra dos posibles escenarios, el primero mal manejo del grano en el secado por parte del caficultor, es decir se permite el rehumedecimiento del grano, pisoteo, contaminación por excretas de animales domésticos (aves de postura, perros, gatos), un segundo escenario es lo concerniente a las necesidades insatisfechas de infraestructura u equipos para el secado del grano, de este segundo escenario sale la reflexión y partiendo del área promedio de los predios cafeteros de Colombia, que grandes inversiones económicas en la compra de sofisticados equipos para el secado del grano son inviables ya que el retorno de la inversión se hace casi imposible por la rentabilidad del negocio; no obstante se han adelantado grandes investigaciones para mejorar la eficiencia de equipos que emplean la energía solar como los secadores parabólicos, marquesinas entre otros, los cuales suelen ser la alternativa más viable para los pequeños predios productores de café.

El gremio cafetero en cooperación con el Gobierno nacional han expuesto políticas desde el sector financiero y específicamente con FINAGRO para fomentar la compra de equipos de secado, otorgando un incentivo de capitalización (ICR) de hasta el 40%, no obstante debemos tener claro que la actual tenencia de la tierra en Colombia limita a un sin número de caficultores a este tipo de programas.

El secado juega en síntesis un gran papel en la calidad del grano y en su manejo postcosecha, para la tosti3n, trilla y posterior manejo en su comercializaci3n internacional; es indispensable seguir actuando en nuestro pa3s con campa1as para mejorar las buenas pr1cticas en el secado y es indiscutible seguir investigando sobre equipos accesibles a los caficultores para medir los grados de humedad y poder mejorar esta variable a nivel comercial.

Frente al almacenaje transitorio debemos tener muy presente que la humedad es una variable muy importante, se exige actualmente a nivel internacional cifras de admisi3n frente a presencia de agentes como la ocratoxina A (OTA), lo cierto es que en nuestro medio no existen equipos accesibles econ3micamente para medir los porcentajes de humedad entre los productores, y que reina una evaluaci3n seg3n la experiencia del operario, que es el encargado de asumir el grado de humedad del grano.

En cuanto a la trazabilidad, es de gran importancia para tener un historial detallado de todos los procesos a los que fue sometido el caf3. Adem1s es un requisito imprescindible para los caficultores que aspiran a alguna diferenciaci3n en su producto a trav3s de un sello de certificaci3n o una verificaci3n. Es una alternativa de seguridad para todos los comercializadores de caf3 en el mundo, debido a la confianza, garant3a y transparencia en la informaci3n acerca del producto.

Colombia debe mantener su calidad en tasa, ya que existe actualmente mucha competencia mundial por posicionarse y sostenerse en el mercado; una forma de sostenerse en el 1mbito mundial es ofrecer un grano de excelente calidad, el cual se logra en la etapa productiva y cuya calidad se mantiene con la realizaci3n de las buenas pr1cticas agr3colas en la etapa de beneficio.



La producción de café lavado a crecido a nivel mundial en países como (Ecuador, México, Nicaragua, Brasil, Indonesia, Vietnam, etc.), por ello el sector cafetero de Colombia está obligado a continuar con las investigaciones e implementando en el día a día, prácticas de mejoramiento de la producción y el beneficio del grano, para poder seguir gozando de la comercialización y el reconocimiento del que hemos disfrutado durante muchos años.

#### 4. CONCLUSIONES

Se requiere indiscutiblemente fortalecer los procesos de capacitación en buenas prácticas agrícolas acompañados de programas sociales que favorezcan las condiciones de vida y que enriquezcan los valores éticos y morales de las familias cafeteras, como base fundamental para iniciar procesos educativos.

Podemos definir que obtener un café de excelente calidad física, química, biológica, y con unos buenos atributos organolépticos, requiere de articular todos los procesos de planear las labores, partiendo de unos árboles de buenas características genéticas, buen manejo agronómico y la implementación de BPA en el beneficio de café.

Podemos definir que la temática de BPA en beneficio de café, es un concepto de mejora continua y que puede ir conllevando a la articulación de acciones en la búsqueda de la sostenibilidad, sustentabilidad, productividad y competitividad de su empresa por pequeña que esta sea.

Las acciones descritas como buenas prácticas agrícolas en el beneficio del café, por simple que parece ser su aplicabilidad, son muy importantes e inciden sustancialmente en la conservación de la calidad del grano a través del proceso del beneficio del mismo.

La gran mayoría de los caficultores colombianos no aplica las Buenas Prácticas Agrícolas en la recolección y beneficio del grano de café; debido al bajo nivel académico en muchos de ellos y a la poca capacitación de estos productores en algunas zonas.

Muchos de los equipos y herramientas, que mejoran la eficiencia y eficacia en el proceso del beneficio del café, son de difícil alcance para los caficultores colombianos, debido a la baja o nula disposición en el mercado, y a la situación económica desfavorable para la gran mayoría de ellos.

Consideramos las BPA en el beneficio de café, como las prácticas sostenibles, efectivas, aplicables y apropiadas en Colombia.

## REFERENCIAS

- Agencia de Protección ambiental de los estados unidos EPA oficina del Agua Estándares del reglamento Nacional primario de agua potable, Washington, abril 2000, 11p
- Cenicafé. Evite la dispersión de la broca durante la recolección y el beneficio del café. 2008.
- Cenicafé. Rendimientos y calidad de *Coffea arábica L.*, según el desarrollo del fruto y la remoción del mucílago. 2010.
- Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia. Memorias de reentrenamiento Servicio de Extensión Rural. Calidad de Café y Buenas Prácticas de beneficio, Venecia, 2009.
- Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia. Patiño, Antonio. Ingeniero área de mejoramiento a la calidad, Charlas Técnicas plan educativo servicio de extensión rural, 2010.
- Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia. Memorias del Curso Tecnología de Café, Venecia, 2010.
- Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia. Correa, Arturo. Ingeniero área de mejoramiento a la calidad, Charlas Técnicas plan educativo servicio de extensión rural, 2011.
- Duicela G, Luis; Corral C, Rubén; Guaman A, Jorge. Consejo Cafetalero Nacional, Manta (Ecuador). Buenas prácticas agrícolas en la caficultura ecuatoriana. 2005
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Gerencia Técnica de producción y desarrollo Social. Manejo Integrado de la Broca. Boletín de extensión N. 76, 1a. Edición. (1995).
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Cenicafé, Fondo Nacional del café, Efico Foundation, efico green coffee y gtz. Guía para la Implementación en Colombia del Código Común para la Comunidad Cafetera, 4C. 2008.
- Figueroa Z, Raúl. Guía para la caficultura ecológica. 1998.
- Fisco L., H.A.; Oliveros T., C.E.; Ramírez G., C.A.; Álvarez V., A.; Sanz U., J.R. (2008, agosto). Manga para la Recolección Manual del Café. Avances Técnicos Cenicafé. Experiencia de investigación participativa, (374), pp. 1-8.

Fundación Manuel Mejía. (2007) ¿Cómo debo realizar el beneficio del café en la finca para conservar la calidad del grano? Chinchiná: Fundación Manuel Mejía.

Fundación Manuel Mejía. (2008) ¿Cómo mejoro la competitividad del café que produzco en mi finca? Chinchiná: Fundación Manuel Mejía.

Fundación Manuel Mejía. (2010). Manejo de residuos del beneficio del café. Chinchiná: Fundación Manuel Mejía.

Fundación Manuel Mejía. (2011). Gestión para la competitividad y sostenibilidad en la producción de cafés especiales. Chinchiná: Fundación Manuel Mejía.

Garavito R., A.; Puerta Q., G.I. (1998, febrero). Utilización del mucilago del café en la alimentación de cerdos. Avances Técnicos Cenicafé, (248), pp. 1-12.

Guerrero, Juan. IICA Nicaragua – Promecafé. Estudio de Diagnostico y Diseño de Beneficios húmedos de café; Disponible en: <http://www.iica.int.ni/planosBeneficios/DocumentoFinal.pdf>. (Consultado en abril de 2012).

Martínez T., D.G.; Álvarez H., J.R. (2007, diciembre). Aprovechamiento de la energía calórica de estufas campesinas para el secado del café en fincas. Avances Técnicos Cenicafé, (366), pp. 1-8.

Oliveros T., C.E.; Roa M., G. (1995, junio). El Desmucilaginado Mecánico del Café. Avances Técnicos Cenicafé, (216), pp. 1-7.

Oliveros T., C.E.; Moya M., N.; Ramírez G., C.A. (2001, diciembre). Nueva Despulpadora para una Caficultura Competitiva. Avances Técnicos Cenicafé, (294), pp. 1-8.

Oliveros T.; Notas especiales seminario de café, Cenicafé Ingeniería Agrícola, 2006.

Oliveros T., C.E.; López P., U.; Sanz U., J.R.; Ramírez G., C.A. (2006, abril). Nuevo Rastrillo para Revolver Café en Proceso de Secado al Sol. Avances Técnicos Cenicafé, (346), pp.1-12.

Oliveros T.; Evaluación de tecnologías solares del café, Cenicafé Ingeniería Agrícola, 2006.

Oliveros T., C.E.; Ramírez G., C.A.; Sanz U., J.R.; Peñuela M., A.E. (2006, noviembre). Secador Solar de Túnel para Café Pergamino. Avances Técnicos Cenicafé, (353), pp. 1-8.

Pavón U., J.P.; Sanz U., J.R.; Oliveros T., C.E. (2009, octubre). Manejo del café desmucilaginado mecánicamente. Avances Técnicos Cenicafé, (388), pp. 1-8.

Puerta Q., G. I. Defectos del café y pruebas de catación de café, Seminario sobre Tecnología para la Producción y Beneficio de Café Orgánico. Chinchiná (Colombia), Julio 22-24, 2002

Puerta Q., G.I. (2003, noviembre). Prevenga la Ochratoxina y mantenga la inocuidad del café. Avances Técnicos Cenicafé, (317), pp. 1-8.

Puerta Q., G.I. (2006, julio). Buenas prácticas Agrícolas para el café. Avances Técnicos Cenicafé, (349), pp. 1-12.

Puerta Q., G.I. (2006, septiembre). Sistema de aseguramiento de la calidad y la inocuidad del café en la finca. Avances Técnicos Cenicafé, (351), pp. 1-8.

Puerta Q., G.I. (2006, octubre). La Humedad Controlada del Grano Preserva la Calidad del Café. Avances Técnicos Cenicafé, (352), pp. 1-8.

Puerta Q., G.I. (2008, mayo). Riesgos para la Calidad y la Inocuidad del Café en el Secado. Avances Técnicos Cenicafé, (371), pp. 1-8.

Revista Cenicafé. (2007). Evaluación del desempeño técnico y ambiental de un desmucilagador de café con rotor de varillas. Vol. 58-No. 2:122-131.

Revista de ingeniería # 33. Universidad de los Andes. Bogotá D.C., Colombia. rev.ing. ISSN. 0121-4993. Enero - junio de 2011, pp. 99-114.

Rodríguez V., N.; Zambrano F., D.A. (2010, marzo). Los subproductos del café: Fuente de energía renovable. Avances Técnicos Cenicafé, (393), pp. 1-8.

Sanz U., J.R.; Oliveros T., C.E.; Ramírez G., C.A.; López P., U.; Velásquez H., J. (2011, marzo). Controle los flujos de café y agua en el módulo Becolsub. Avances Técnicos Cenicafé, (405), pp. 1-8.

Villaseñor L.A. "Caficultura moderna de México" Agro comunicación Saenz Colín y asociados Chapingo Edo. Mex. 1997.

Zambrano F., D.A.; Lopez P., U.; Rodríguez V., N.; Ramírez G., C.A. (2006, marzo). Paseras Solares de Bajo Costo para Secar Café. Avances Técnicos Cenicafé, (345), pp. 1-12.