

CARTILLA TÉCNICA PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE BENEFICIADEROS  
DE CAFÉ Y SISTEMAS DE SECADO

ANDRES FELIPE CASTAÑO PELÁEZ  
SERGIO ALBERTO SUAREZ RAMIREZ

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA LASALLISTA  
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y AGROPECUARIAS  
ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS AGROPECUARIAS  
CALDAS - ANTIOQUIA  
2010

CARTILLA TÉCNICA PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE BENEFICIADEROS  
DE CAFÉ Y SISTEMAS DE SECADO

Trabajo de grado para optar el título de  
Administrador de Empresas Agropecuarias

ANDRÉS FELIPE CASTAÑO PELÁEZ  
SERGIO ALBERTO SUAREZ RAMIREZ

Asesor  
GUSTAVO HORACIO VELÁSQUEZ CORREA  
Contador Público  
Especialista en Contraloría y Revisoría fiscal

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA LASALLISTA  
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y AGROPECUARIAS  
ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS AGROPECUARIAS  
CALDAS - ANTIOQUIA  
2010

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	16
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	17
2. OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GENERAL	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3. JUSTIFICACIÓN	19
4. REVISIÓN DE LITERATURA	20
4.1 CRITERIOS DE DISEÑO	20
4.1.1 Visita Previa a la Finca	20
4.1.1.1 Análisis General del Estado de la Finca	20
4.1.1.2 Producción Actual y Futura de la Finca	20
4.1.1.3 Distribución Anual de la Cosecha (Día pico)	21
4.1.2 Disponibilidad de Recursos	23
4.1.2.1 Recursos Hídricos	23
4.1.2.2 Recursos Energéticos	24
4.1.2.3 Recursos Económicos	25
4.1.3 Selección del Sitio	26
4.1.3.1 Condiciones de Topografía	26
4.1.3.2 Condiciones de Seguridad	27

4.1.3.3 Facilidad de Acceso	28
4.1.4 Diseño Adecuado	28
4.1.4.1 Elaboración de Planos	28
4.1.4.2 Distribución Correcta de los Elementos dentro del beneficiadero	29
5. METODOLOGÍA	31
5.1 TOLVAS	32
5.2 DESPULPADORAS Y ZARANDAS	37
5.3 TANQUES FERMENTADORES Y DESMIELADORAS	42
5.4 SISTEMAS DE LAVADO Y CLASIFICACIÓN	48
5.5 TANQUES ESCURRIDORES	49
5.6 PROCESADORA DE PULPA	50
5.7 SISTEMAS DE SECADO DE CAFÉ	52
5.7.1 Secadores solares	53
5.7.2 Secado mecánico o artificial	54
6. RESULTADOS	61
7. CONCLUSIONES	53
BIBLIOGRAFÍA	65
ANEXOS	67

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Panorámica de una finca cafetera, donde se observa el estado productivo actual y futuro de los cultivos	21
Figura 2. Recurso hídrico como fuente importante para el beneficio del café	24
Figura 3. Estructura de costos del beneficiadero de café	26
Figura 4. Beneficio de café con tolva seca arrimado a un talud	27
Figura 5. Beneficiadero de café con encierro en mampostería	28
Figura 6. Distribución correcta de los elementos de un beneficiadero de café	30
Figura 7. Tolva Seca	33
Figura 8. Tolva Húmeda	33
Figura 9. Despulpadora vertical de disco.	38
Figura 10. Despulpadora horizontal.	38
Figura 11. Zaranda manual	40
Figura 12. Zaranda cilíndrica	41
Figura 13. Tanques de fermentación en acero inoxidable	43
Figura 14. Tanque de fermentación en mampostería	43
Figura 15. Tanque canal que cumple las funciones de fermentar y lavar el café	44
Figura 16. Gráfica cálculo de volumen tanques fermentación para producción anual entre 200 -1500 arrobas de café pergamino seco (@ c.p.s.) al año	46
Figura 17. Gráfica cálculo de volumen tanques fermentación	

para producción anual entre 1600- 2900 arrobas de café pergamino seco (@ c.p.s.) al año.	47
Figura 18. Gráfica cálculo de volumen tanques fermentación para producción anual entre 1600- 2900 arrobas de café pergamino seco (@ c.p.s.) al año	48
Figura 19. Canal de lavado por correteo	49
Figura 20. Canal de lavado automático	49
Figura 21. Tanque Escurridor	50
Figura 22. Procesadora de pulpa construida en guadua	51
Figura 23. Procesadora de pulpa construida en mampostería	52
Figura 24. Marquesina en guadua	53
Figura 25. Marquesina en madera	54
Figura 26. Selección de silos secadores de café entre 200 – 1500 arrobas de café pergamino seco (@ c.p.s.) al año	58
Figura 27. Selección de silos secadores de café entre 1600 – 2900 arrobas de café pergamino seco (@ c.p.s.) al año	58
Figura 28. Selección de silos secadores de café entre 1600 – 2900 arrobas de café pergamino seco (@ c.p.s.) al año	59
Figura 29. Silo secador de tres mallas	60

## LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Porcentaje de aumento o disminución del día pico con relación a la altura sobre el nivel del mar.	23
Cuadro 2. Densidades y equivalencias aproximadas de peso entre los diferentes estados del café, de la pulpa y del cisco	32
Cuadro 3. Selección de tolvas según día pico con una salida	35
Cuadro 4. Selección de tolvas según día pico con dos salidas	36
Cuadro 5. Ángulos de deslizamiento en grados, para el café en diferentes estados y sobre diferentes superficies	37
Cuadro 6. Referencia de las máquinas despulpadoras y su capacidad de despulpado de café cereza por hora	39
Cuadro 7. Selección del tamaño de la zaranda	42
Cuadro 8. Cálculos de volúmenes de tanques de fermentación en metros cúbicos (m <sup>3</sup> )	45
Cuadro 9. Capacidad de la secadora de tres mallas referente al tiempo de secado	55
Cuadro 10. Cálculo de silos secadores de acuerdo a la producción anual de la finca, el día pico y a la altura sobre el nivel del mar	57
Cuadro 11. Densidades y equivalencias del café para diseño de infraestructura	61

## GLOSARIO

**ALMENDRA:** Es el grano o fruto de café que una vez tostado y molido se utiliza para la producción de la bebida de café. Se presenta como el grano de café seco, sin el pergamino.

**AEROBIO:** Ser vivo que para vivir y desarrollarse requiere oxígeno molecular libre. La energía para desarrollarse, la consigue por descomposición de sustancias orgánicas del medio.

**ARROBA:** Unidad de medida de peso del café, comúnmente utilizada en Colombia, que equivale a 12,5 kg. Su símbolo es @.

**AUTOCAD:** **Autodesk AutoCAD** es un programa de diseño asistido por ordenador (CAD "*Computer Aided Design*"; en inglés, Diseño Asistido por Computadora) para dibujo en 2D y 3D. Actualmente es desarrollado y comercializado por la empresa Autodesk.

**BECOLSUB (Beneficio Ecológico y Manejo de Subproductos):** Tecnología de beneficio de café mediante la cual los subproductos tradicionalmente contaminantes, la pulpa y mucílago, pueden ser manejados adecuadamente en el mismo momento en que se efectúa el beneficio, para controlar más del 90% de la contaminación potencial.

**BECOLFER (Beneficio Ecológico y Fermentación):** Tecnología de beneficio de café mediante la cual los subproductos tradicionalmente contaminantes, la pulpa y el mucílago, pueden ser manejados adecuadamente en el mismo momento en que se efectúa el beneficio mediante el proceso de descomposición de la pulpa en el llamado "procesador de pulpa".

**BENEFICIO ECOLÓGICO DEL CAFÉ POR VIA HÚMEDA:** Es el conjunto de operaciones realizadas para transformar el café en cereza en café pergamino seco conservando la calidad exigida por las normas de comercialización, evitando pérdidas del producto y eliminando procesos innecesarios, lográndose además, el aprovechamiento de los subproductos lo cual representa el mayor ingreso económico para el caficultor y el mínimo consumo de agua estrictamente necesaria para el beneficio.

**CAFÉ:** Según la Norma de calidades de la federación Nacional de Cafeteros de Colombia, el café es todo aquel grano de café almendra, verde o crudo cubierto por el endocarpio (Pergamino), en cual se encuentra seco de trillo. El pergamino tipo federación debe estar fresco y presentar las características correspondientes.



**CAFÉ CEREZA:** Es el grano de café que una vez ha obtenido su madurez fisiológica, es recolectado para someterlo al proceso de beneficio.

**CAFÉ CORRIENTE:** Grano de café que no cumple con las exigencias del café tipo Federación, pero que dadas sus aceptables características, se comercializa.

**CAFEDUCTO:** Es el sistema de transporte de café cereza por tubería, utilizable en aquellas explotaciones en donde el cultivo está localizado en la parte alta del terreno, alejado del beneficiadero. Requiere un suministro de agua. El terreno debe tener una buena pendiente que permita el transporte del grano por gravedad y con ayuda de la fuerza del agua.

**CAFÉ PERGAMINO:** Es todo grano de café verde o crudo, cubierto por el endocarpio (pergamino), el cual se encuentra seco, listo para la trilla. El pergamino tipo Federación deberá ser fresco y presentar las características correspondientes.

**CANAL DE CORRETEO:** Estructura que permite lavar y clasificar el café, en beneficiaderos que cuentan con buen suministro de agua. Tienen la ventaja de permitir desde ese mismo momento, una selección de los granos por diferencia de densidad (peso).

**CANAL SEMISUMERGIDO:** El canal semi sumergido en un equipo de lavado y clasificación. El sistema de funcionamiento está basado en los principios que rigen el transporte de materiales con agua en un canal abierto; en la misma forma como se transportan los materiales en los ríos.

**CARGA:** Medida de peso del café, comúnmente utilizada en Colombia, que equivale a 125 kilos.

**CENICAFÉ:** Centro Nacional de Investigaciones de café "Pedro Uribe Mejía".

**CRITERIOS BÁSICOS:** Estos criterios son el fundamento que debe cumplir todo beneficiadero de café para que sea funcional, económico y durable

**CRITERIO DE DISEÑO:** Son los conceptos y las normas necesarias y suficientes que integran la asociación del funcionamiento, la resistencia, la economía y la estética para la construcción de una obra. En café estos criterios se dividen en dos tipos: los básicos y los particulares.

**CRITERIOS PARTICULARES:** Los criterios particulares son todos aquellos criterios que tienen que ver con un determinado caficultor y con su finca cafetera.

**DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL CAFÉ:** El Café pertenece a la familia Rubiácea y al género Coffea. Dos especies tienen importancia económica en el mundo, Coffea Arabica Linneo y Coffea Canephora, las cuales se conocen comercialmente como Cafés Arábicos y Cafés Robustas.

**DESMUCILAGINADOR:** Equipo utilizado en el beneficio del café por medio del cual se le desprende el mucílago o baba al grano y éste se lava y clasifica.

**DESPULPADO:** Etapa del beneficio ecológico del café en la cual se separa los granos de café de la pulpa sin adición de agua.

**DESPULPADORA:** Son máquinas sencillas y de fácil manejo con las cuales se realiza la separación de la pulpa y el grano. Constan de una tolva, un cilindro vertical u horizontal que tiene adheridas unas láminas con “dientes” y una estructura o pechero para el ingreso del café en cereza y su salida sin la pulpa.

**ESCALA DE UN PLANO:** Es el sistema que permite representar gráficamente un objeto real en tamaño más pequeño o más grande, sin perder su proporción. Con un dibujo a escala, se puede determinar con exactitud las medidas del objeto real.

**ESCURRIDORES:** Tanques que permiten almacenar el café durante su clasificación, además de servir para evacuar rápidamente el exceso de agua empleada en la misma.

**GRANO ALMENDRA O VERDE:** Grano de café seco, sin el pergamino.

**GRANO MORDIDO:** Es el que, por diferentes causas presenta ruptura de la almendra.

**GRANO TRILLADO O PELADO:** Es aquel que por acción de distintas fuerzas presenta pérdida de más de la mitad de su pergamino.

**IMPUREZAS:** Son los residuos de la pulpa, pergamino y materiales extraños al Café Pergamino Seco.

**INTERPRETACIÓN DE UN PLANO:** Es comprender los gráficos y los símbolos dibujados en el papel o en medio digital, que presentan el diseño de una obra, para luego trasladarlos a la construcción definitiva.

**KvA:** Unidad de potencia aparente que equivale a mil voltiamperios. El voltiamperio es una unidad de tensión eléctrica. Se define como la diferencia de potencial que debe existir entre los extremos de una resistencia de 1 ohmio, para que circule por ella una corriente de 1 amperio de intensidad. Un amperio es la unidad de corriente eléctrica en un circuito.

**LAVADO:** Procedimiento que tiene por objeto eliminar con agua limpia todo el mucílago de la superficie del pergamino, con el objeto de obtener un pergamino áspero, de color apropiado y sin rastros de mieles en la hendidura del mismo.

**MARQUESINA:** Es la construcción que consta de una estructura de hierro o de madera, techo en vidrio o plástico y piso en concreto, o madera o esterilla de guadua, utilizada para el secado del café lavado o de cualquier otro material a procesar (granos, harinas, pulpas, etc.)

**MONOFÁSICO:** Se dice de la corriente eléctrica alterna que circula por dos conductores, y también de los aparatos que se alimentan con esta clase de corriente.

**PASILLA:** Es todo grano de café que presenta alguno de lo siguientes defectos: grano negro, cardenillo, vinagre, cristalizado, decolorado, mordido, o cortado, picado por insectos, deformado, inmaduro, aplastado, flotador o liviano, y flojo.

**POZO SÉPTICO:** Sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas. Tiene como finalidad recoger los productos de putrefacción y evitar la contaminación que producen sus olores y gérmenes en el ambiente. Puede ser de diversos tipos como campanas de fibra de vidrio o plástico, así como construcciones en mampostería, dotadas con trampas de grasa y filtros.

**PULPA Y MUCÍLAGO:** Productos orgánicos no tóxicos ni venenosos que salen del proceso del beneficio del café, que debidamente manejados representan un alto valor agregado para el caficultor. Por pulpa se entiende la carnosidad que recubre los granos, puede ser de color rojo o amarillo según el estado de maduración y las características fenotípicas de la planta. El mucílago es la sustancia hialina, incolora y más o menos turgente que recubre el fruto del café una vez se ha despulpado. El mucílago corresponde al 22% del peso total de la cereza y botánicamente se denomina el mesocarpio<sup>1</sup>. El mucílago debe ser removido para permitir un fácil secado y una buena conservación de la calidad del café.

**RECOLECCION:** Operación que consiste en desprender manualmente el grano de café del árbol, cuando este ha obtenido el máximo grado de maduración, el cual se reconoce por el color de la misma cereza, la que puede ser roja o amarilla.

**RENDIMIENTO DEL BENEFICIO DEL CAFÉ:** Es la relación que existe entre la masa de café cereza recibida de los lotes de producción y el café pergamino seco, tipo Federación, obteniendo en el proceso de beneficio.

---

<sup>1</sup>COLOMBIA. FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. Guía ambiental para el sector cafetero. 2 ed. Bogotá : Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.

**RENDIMIENTO EN LA TRILLA:** Es la relación existente entre la masa del café pergamino y en café excelso de exportación

**SECADO:** Operación que tiene como fin disminuir la humedad del grano, hasta un porcentaje tal que permita su almacenamiento (10-12%) sin adquirir mal olor o sabor. Es la etapa del beneficio donde se corre el mayor peligro de deteriorarse la calidad del grano. Debe iniciarse inmediatamente después del lavado y clasificado.

**TRIFÁSICO:** Se dice de un sistema de tres corrientes eléctricas alternas iguales, desfasadas entre sí en un tercio de período.

**TRILLA:** Se denomina trilla al conjunto de operaciones mecánicas a las que se somete el grano para retirarle el pergamino o cutícula y que permiten su selección y clasificación a fin de obtener una almendra en perfectas condiciones, de acuerdo con las normas de calidad y a los requerimientos del mercado.

**TRANSPORTE POR CABLE:** Consiste en transportar la cereza por cables de acero, bien sea utilizando ganchos con poleas que soportan los bultos, o con vagonetas o cajones, también provistos de poleas que se mueven por cables. En este sistema opera la gravedad, por lo que es importante tener en cuenta la topografía pendiente del terreno

**TOLVA:** dispositivo que permite recibir el café en cereza, para despulparlo inmediatamente. Puede ser construido en lámina, acero, material, madera o ferrocemento. Debe cumplir un requisito importante y es el de permitir un suministro eficiente y controlado de café a la despulpadora.

**TOLVA DE LA DESPULPADORA:** en la finca pequeña, con producciones hasta de 300 arrobas de café pergamino seco al año o menos, el recibo puede efectuarse en la misma tolva de la despulpadora, a la cual se le puede aumentar su capacidad, prolongando sus paredes con madera o con láminas metálicas.

**TOLVA HUMEDA:** Son tanques construidos con materiales como ladrillo o bloque de cemento revocado; revestido en el fondo y hasta 20 centímetros de altura con un material resistente a los ácidos del café ( mayólica, alfagres o pinturas epóxicas) para evitar el deterioro. Consume mucha agua en su operación y en la actualidad ya no se recomienda su uso.

**TOLVA SECA:** Es el dispositivo para recibir el café cereza mas recomendado, con el que se logra un despulpado en seco del grano, lo que permite ahorros hasta de un 90% del consumo del agua utilizada en la etapa de beneficio. Su construcción puede ser en madera, lámina de acero o zinc o cemento. Permite

almacenar, mientras se despulpa, hasta 800 kilos de café en cereza por metro cúbico.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> CENICAFÉ. Avance técnico No. 58 “Normas para el diseño de beneficiaderos de café”. Chinchiná : CENICAFÉ, 1976.

## RESUMEN

Se desarrolló una cartilla técnica que contiene los criterios de dimensionamiento, selección de maquinaria y equipo, así como los planos de los beneficiaderos típicos, de los sistemas de secado al sol y de los silos mecánicos con sus obras civiles; se incluye además, los diseños de los procesadores de pulpa o composteras.

Esta cartilla agiliza el proceso de diseño, reduce los costos y tiempo para la elaboración de planos y presupuestos, y dota al Servicio de Extensión de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia de una importante herramienta para tener mayor precisión y ampliación en el número de diseños de beneficiaderos y selección de equipos, lo que se traduce en un aumento en la cantidad de usuarios cafeteros visitados por año con un mejor nivel de atención y en la obtención de un mayor volumen de café beneficiado con buenas prácticas de calidad, disminuyendo la contaminación hasta en un 40%.<sup>3</sup>

Los diseños aquí presentados cumplen con la normatividad internacional existente en la actualidad sobre la contaminación y manejo de lixiviados y residuos sólidos.

---

<sup>3</sup> COMITÉ DEPARTAMENTAL DE CAFETEROS DE ANTIOQUIA. El beneficio del café. Chinchiná : El comité, 1992.

## **ABSTRACT**

We have developed a technical passbook that contains the criteria of sizing, selection of machinery and equipment, so as the plans of the typical “beneficiaderos”, of the sun drying systems and the mechanical silos with their civil labors, besides the designs of pulp processors or “composteras” are included.

This passbook makes agile the design process; it reduces the cost and time for the elaboration of plans and budgets and equips to the service of Coffee Extension of Colombian National Federation an important tool to have a greater precision and increasing the number of designs and equipment selection; this is translated in a greater quantity of coffee users with a better level of attention and in the getting of higher volumes of benefited coffee with good quality practices, diminishing the contamination of the environment until 40 percent.

These designs fulfill the international normatively that there is actually about contamination, handing of leached and solid remainders

## INTRODUCCIÓN

El proceso de beneficio ecológico es una buena alternativa para la solución de los problemas que se presentan hoy con el beneficio del grano, teniendo en cuenta que los productores cafeteros sólo han contado con una asesoría parcial por parte del Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia y que la cultura ambiental y de protección al ecosistema no ha sido fomentada, ni sus principios aplicados en su totalidad.

En la historia de la caficultura de Colombia no se ha dimensionado el problema de la contaminación que causa el beneficio del café y la alteración que genera esta contaminación a los ecosistemas.

Los subproductos no procesados del café, como son la pulpa y el mucílago de la cereza, afectan ostensiblemente al medio ambiente. Una arroba de café pergamino seco (@ c.p.s.) genera la contaminación diluida en DBO<sub>5</sub> (demanda bioquímica de oxígeno) equivalente a la contaminación generada por 85 personas.<sup>4</sup>

La caficultura tradicional y tecnificada siempre ha requerido de profesionales que impartan sus conocimientos de modo simple, aplicando los diseños y metodologías que permitan la implementación de sistemas eficientes de secado, procesamiento y manufactura adecuada del café y sus subproductos, teniendo como resultado un producto de excelente calidad producido en un medio ambiente armónico bajo condiciones de sostenibilidad.

la caficultura del país se enfrenta a diversos problemas desde hace varios años, como es la disminución de la calidad y la falta de sistemas de beneficio integral, se requiere construir una cartilla que contenga los conceptos sobre el diseño y dimensionamiento de los beneficiaderos de café, sistemas de secado y las procesadoras de pulpa, para que el Servicio de Extensión de la Federación Nacional de Cafeteros y los profesionales que trabajan en la producción cafetera vean satisfechas sus necesidades de cálculos en dichos temas.

Con la implementación técnica de la Cartilla de Diseño de Beneficiaderos y Sistemas de Secado, obtendremos una herramienta tecnológica fácil de entender y aplicar, dinámica y útil al productor cafetero colombiano, que ayudará a llenar el vacío de cómo beneficiar el llamado “grano de oro”, obteniendo un café pergamino seco competitivo, sin defectos de tasa y rentable, producto que se adapte a las exigencias del mercado de hoy.

---

<sup>4</sup> CORANTIOQUIA. Resolución por tasas retributivas por el uso del agua. Medellín : CORANTIOQUIA, 2001



## 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La caficultura Colombiana no posee en la actualidad una cartilla técnica que contenga los criterios de diseño para la elaboración de beneficiaderos de café y sistemas de secado que cumpla con las diversas necesidades que en esta materia requieren los productores cafeteros. Los criterios básicos y particulares de diseño son los conceptos y las normas necesarias y suficientes que integran el conjunto del funcionamiento, la resistencia, la economía y la estética, para la construcción de una obra.

Se ha calculado que cerca de un 4,5%<sup>5</sup> de las pérdidas económicas son ocasionadas en el proceso de beneficio del café y ocurren por el desconocimiento de las técnicas del beneficio del café, la carencia de las herramientas, los implementos o la infraestructura mínima necesaria para realizarlo en forma adecuada, disminuyendo la posibilidad de obtener un grano de buena calidad, que pueda ser aceptado en los mercados nacionales e internacionales, cada vez son más exigentes en cuanto a los criterios de trazabilidad y sostenibilidad del producto.

Se ha podido notar también que cuando un caficultor tecnifica o amplía sus plantaciones de café, el volumen de la producción a alcanzar le exigirá tomar una determinación ágil con relación al beneficio del producto. En este sentido se debe considerar una serie de factores que le permitan tomar una decisión ajustada a sus condiciones personales y a las de su empresa, entre los cuales están la cantidad del producto a obtener, calidad del proceso a realizar, tiempo de inicio y finalización de las obras de construcción a implementar y los recursos económicos disponibles.

---

<sup>5</sup>CENTRO DE PREPARACIÓN DEL CAFÉ. Café, generalidades de su proceso. Chinchiná : Centro de Preparación del Café. 1998.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una cartilla técnica que contenga los criterios de diseño de beneficiaderos de café, composteras de pulpa y sistemas de secado.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar una metodología ágil para dimensionar un beneficiadero de café y el sistema de secado y seleccionar la maquinaria adecuada.
- Desarrollar planos civiles típicos para la parte húmeda del proceso de beneficio del café y para las composteras de pulpa.
- Desarrollar planos civiles típicos para la parte seca del beneficio del café y los sistemas de secado.
- Reducir los tiempos del dimensionamiento y los costos para la elaboración de planos y presupuestos de los sistemas de beneficio de café y secado.
- Minimizar el grado de contaminación ambiental proveniente del proceso del beneficio del café, mediante la adopción de prácticas conservacionistas.

### **3. JUSTIFICACIÓN**

Con la elaboración de la Cartilla Técnica para el Dimensionamiento de Beneficiaderos y Sistemas de Secado como trabajo de investigación, se pretende dar una orientación al Extensionista y al Caficultor para que se capacite, adopte, refuerce los fundamentos y analice los aspectos importantes en la toma de decisiones acertadas, sobre el diseño técnico de beneficiaderos de café y sistemas de secado, permitiendo no incurrir en sobredimensionamientos que se traducirán en gastos innecesarios, los cuales disminuirán la rentabilidad de la empresa cafetera.

El uso racional de los recursos y subproductos del beneficio, permite estar en armonía con el medio ambiente, donde el resultado final será un producto de óptima calidad para un consumidor final exigente y un mercado especializado.

## 4. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1 CRITERIOS DE DISEÑO

Cerca de un 4.5% de las pérdidas económicas ocasionadas en las etapas del beneficio del café, ocurren por desconocimiento de las técnicas del proceso y por carecer de los equipos e infraestructura mínima necesaria para realizarlo en forma adecuada y así obtener un grano que cumpla con los estándares de calidad exigidos por el mercado. Además, cuando un productor tecnifica o amplía sus áreas sembradas con café, el volumen de la producción alcanzada le exigirá tomar una determinación definitiva con relación al beneficio del producto. En este sentido se deben considerar todos aquellos factores que resultan involucrados y que le permitan tomar una decisión ajustada a sus condiciones personales y a las de su empresa cafetera.

Los criterios de diseño son los conceptos y las normas necesarias y suficientes que integran la asociación del funcionamiento, la resistencia, la economía, la ecología y la estética para la construcción de una obra.

#### 4.1.1 Visita Previa a la Finca

##### 4.1.1.1 Análisis General del Estado de la Finca

El dinámico proceso productivo de las fincas cafeteras, requiere de un caficultor bien preparado en el tema del beneficio. Con mucha antelación, debe realizarse una visita técnica por parte del equipo asesor (Servicio de Extensión, Área de Aseguramiento de la Calidad de la Federación Nacional de Cafeteros u otros asistentes técnicos en beneficio), y el propietario o administrador del predio cafetero, para asegurarse de la capacidad del beneficiadero y determinar las necesidades en instalaciones locativas y de bodegas, acordes al tamaño de la producción cafetera actual y futura.

##### 4.1.1.2 Producción Actual y Futura de la Finca

El primer factor a tener en cuenta cuando se habla del diseño del beneficiadero es la estimación de la producción actual y futura de la finca, basada en el estado de los lotes (productivos e improductivos), y con las proyecciones de nuevas siembras, si en su momento se tienen planeadas, para determinar en definitiva el diseño del beneficiadero requerido. Se debe preguntar cuántos árboles hay en producción, cuántos hay sembrados, y cuántos se va a sembrar, para poder definir el tamaño del beneficiadero.

**Figura 1.** Panorámica de la finca cafetera “Las Mercedes” del corregimiento “Quebrada Arriba” del municipio de Andes, Antioquia, donde se observa el estado productivo actual y futuro de los cultivos.



Foto: A. Correa P.

#### 4.1.1.3 Distribución Anual de la Cosecha (Día pico)

La caficultura colombiana se encuentra distribuida en el sistema montañoso andino de Colombia, que cubre una extensa área central de la geografía nacional y por la diversidad de pisos térmicos para determinar la distribución de la cosecha<sup>6</sup>, lo que permite diseñar el tamaño del beneficiadero ajustado conforme a las épocas de mayor recolección, teniendo en cuenta los volúmenes de café que se va a producir, evitando caer en errores de dimensionamiento, sea por exceso o por defecto, pues se incurriría en costos inadecuados.

El día pico se define como el día de mayor volumen de recolección de café cereza de la cosecha y se representa en porcentaje con relación al volumen total de la misma. Por ser el día de mayor volumen este determina el tamaño de las obras y la capacidad de los equipos que se requiere.

---

<sup>6</sup> JARAMILLO ROBLEDO, A Clima andino y café en Colombia. Chinchiná : CENICAFÉ, 2005.

Para calcularlo se toma el dato del día de mayor recolección del año, y se divide por la cantidad de café cosechado en éste, se multiplica este dato resultante por cien. Se sugiere hacer este cálculo para varios años anteriores y obtener un promedio. Si no se tiene datos de la producción de la finca se puede consultar con los técnicos de la zona o con los caficultores vecinos que lleven registros en sus fincas.<sup>7</sup>

Ejemplo:

Se considera una finca con una producción estimada en el año de 3000 arrobas de café pergamino seco (@c.p.s)<sup>8</sup>, lo que equivale a 187500 kilos de café cereza.

El día de máxima recolección según registros históricos que se lleva en la finca es de 6000 kilos de café cereza<sup>9</sup>. Esta cifra corresponde al 3,2% del total de la producción anual, que se recolecta en un solo día.

Si los 6000 kilos de café cereza se dividen por 5, que corresponde a la constante de relación (5:1) para obtener café pergamino seco, se tiene 1200 kilos de café pergamino seco y este valor se divide por 12.5 kilos, que es lo que pesa una arroba de café pergamino seco, se obtiene 96 arrobas de café pergamino seco, así:

@ c.p.s = 6000 kilos café cereza/ 5

@ c.p.s = 1200 kilos de café pergamino seco / 12.5 Kilos por arroba

@ c.p.s = 96 arrobas

Entonces para calcular el día pico se tiene:

Día pico =  $(96 @/3000@) \times 100 = 3.2 \%$

Esto significa que para este ejemplo se tiene un día máximo de recolección en todo el año del 3.2% con relación al total del café que se produce.

La distribución de la cosecha depende fundamentalmente de la altura sobre el nivel del mar, teniéndose periodos de mayor concentración en las zonas con menor altura sobre el nivel del mar y patrones de mayor dispersión en las zonas más altas. Para efectos prácticos y teniendo en cuenta los resultados de muchas fincas, se puede usar un día pico de 2.5 % para 1.700 metros sobre el nivel del mar. Se puede definir con muy buena certeza que, a partir de dicha altura sobre el nivel del mar cada que se suba el cultivo del café en 100 metros se debe disminuir el valor de 2.5% en 0.25 % y cada que se baje 100 metros sobre los 1.700 metros sobre el nivel del mar se debe aumentar el valor de 2.5% en 0.25%. Obsérvese el siguiente cuadro:

<sup>7</sup> COMITE DEPARTAMENTAL DE CAFETEROS DE ANTIOQUIA. Op cit. p. 39

<sup>8</sup> Una arroba es equivalente a 12,5 kilos.

<sup>9</sup> Para obtener un kilo de café pergamino seco, se requiere 5 kilos de café en cereza

**Cuadro 1.** Porcentaje de aumento o disminución del día pico con relación a la altura sobre el nivel del mar.

Altura en metros sobre el nivel del mar													
	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	<b>1700</b>	1800	1900	2000	2100	2200
Aumento en %	4.25	4	3.75	3.5	3.25	3	2.75	<b>2.5</b>	2.25	2	1.75	1.5	1.25

Fuente: El beneficio del café. Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia. 1992

Para calcular el tamaño de un beneficiadero basta multiplicar la producción anual por el día pico en número decimal. Por ejemplo, una finca de 400 arrobas al año a 1.700 metros sobre el nivel del mar se ubicará, según la tabla en un día pico de 2.5 %, y el tamaño del beneficiadero será de:

400 arrobas por año x 2.5% (factor con respecto a la altura) = 10 arrobas por día

Se debe tener como base este calculo para la construcción del área de beneficio y adecuación de maquinaria requerida para procesar este volumen de café para el día de mayor producción.

#### 4.1.2 Disponibilidad de Recursos

##### 4.1.2.1 Recursos Hídricos

El recurso hídrico es uno de los componentes más importantes del diseño de un beneficiadero de café, las fuentes de agua a utilizar para el proceso pueden provenir de nacimientos, lagos, captación de aguas lluvias, pozos, quebradas, acueductos.

El diseño debe considerar la localización y distribución del agua limpia para el beneficio (tanque de almacenamiento, tuberías, llaves, accesorios, etc.), así como las alcantarillas y tuberías de desagüe de las aguas residuales, (aguas del despulpado), residuos de fermentación, lavado y escurrido del café. Por otro lado la conducción de la pulpa y la localización de las procesadoras de ésta; todas las aguas y subproductos líquidos deben de ir a los sistemas sépticos, sumideros, pozos de percolación y otros que exige la normatividad vigente.

**Figura 2.** Recurso hídrico como fuente importante para el beneficio del café. Quebrada río frío de la vereda río frío ubicada en el municipio de Támesis, Antioquia

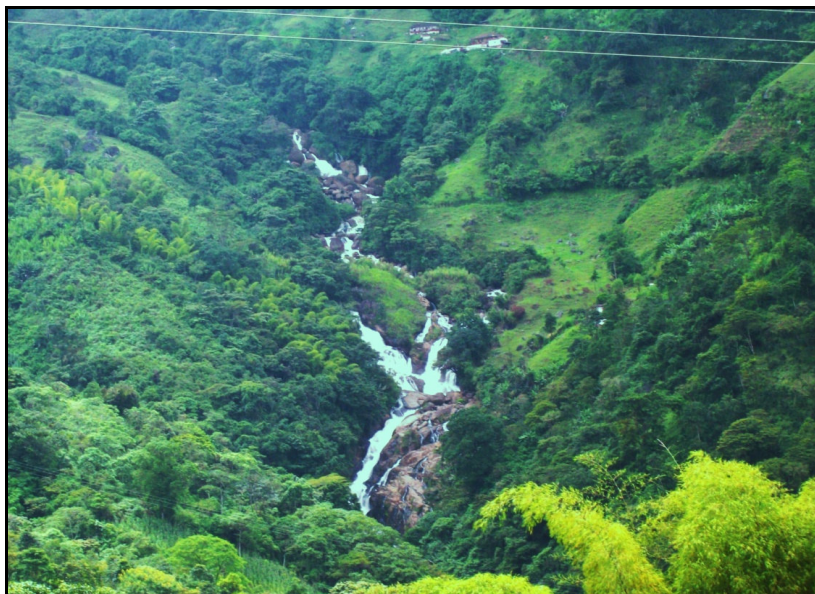


Foto: B. Zúa A.

#### 4.1.2.2 Recursos Energéticos

Se estima que la zona rural cafetera Colombiana está electrificada en un 90%<sup>10</sup> lo cual es muy importante para la producción cafetera. Se debe precisar si la finca tiene energía monofásica o trifásica, así como el voltaje disponible y la capacidad en kilovoltio - amperios (kV-A) disponible del transformador. Se debe hacer un cuadro de carga en vatios, sumando la potencia de todos los motores, las instalaciones de luminarias internas y externas del beneficiadero, las bodegas, las viviendas y todo lo que fuere necesario. Comparando el cuadro de carga con la capacidad del transformador, se determina si es necesario su cambio; si es preciso instalarlo, se debe determinar la capacidad del transformador nuevo.

Adicionalmente se debe verificar si hay energía hidráulica disponible o producción de gas metano en biodigestores.

#### 4.1.2.3 Recursos Económicos

---

<sup>10</sup> COMITÉ DEPARTAMENTAL DE CAFETEROS, Op cit p.



Es necesario conocer la estructura de costos del beneficiadero del café, para esto se define las siguientes variables:

CTA= Costo total anual, en pesos por año. Es el dinero invertido anualmente en el proceso del café.

CF= Costos Fijos, en pesos por año. Los costos fijos son los que no cambian cuando varía la cantidad de arrobas de café producidas. Ej.: Cuota anual de amortización; Intereses al capital prestado; los impuestos y seguros si los hay; el costo total anual de mantenimiento y los costos administrativos.

A= amortización, en pesos por año. Es la depreciación de las construcciones, y la maquinaria y se define como el valor del bien nuevo (VN; \$) menos el valor de salvamento (\$), todo esto dividido en los años de vida útil (n, años). Para las construcciones la vida útil es de 20 años, para los equipos de 10 años. Y en general el valor de salvamento es de cero, excepto para los motores eléctricos que se conservan con su valor como si fueran nuevos. Así:

$$A = (VN - VS) / n$$

CVM= Costo variable medio. Se expresa en pesos por arroba de café pergamino seco. Los costos variables son los que cambian cuando se altera el número de arrobas de café producidas. Ej. Electricidad, combustible, mano de obra y en algunos casos el costo del agua.

X= Número de arrobas producidas al año.

Esto se evidencia en una gráfica:

La función que define estas variables es:

$$CTA = CF + CVM * X$$

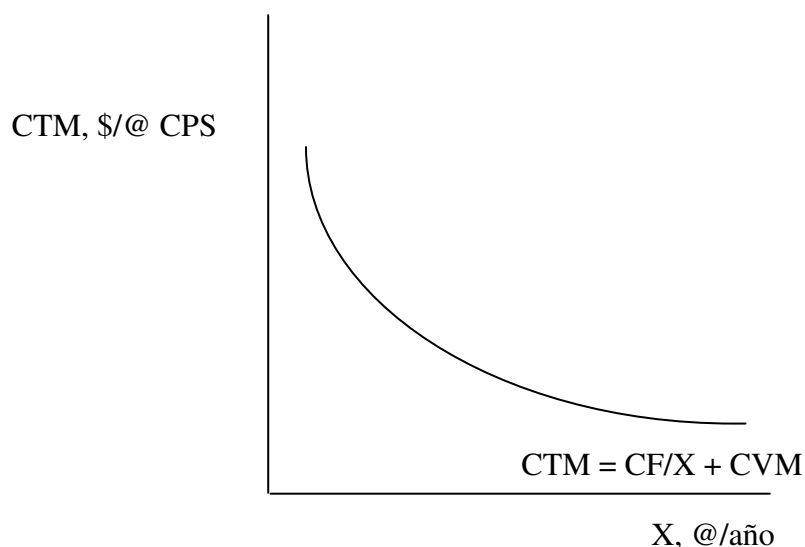
Si dividimos esta función por la cantidad de café procesada al año, o sea X., tenemos:

$$CTA/X = CF/X + CVM * X/X \text{ esto es}$$
$$CTM = CF/X + CVM$$

Donde CTM es el costo total medio, en pesos por arroba de café pergamino seco, o el costo de procesar cada arroba de café. Por otro lado se nota como la inversión o costo fijo se “diluye” a medida que aumentan el número de arrobas procesadas.

De forma gráfica se encuentra entonces que:

**Figura 3.** Estructura de costos del beneficiadero de café



Fuente: Área de aseguramiento de la calidad del café. Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia.

Esta es la justificación económica del porque se deberán hacer las centrales de café cereza, ya que saldría más económico el procesamiento del café. Entre mas arrobas se procesen los costos totales medios por arroba serán menores.

#### 4.1.3 Selección del sitio

##### 4.1.3.1 Condiciones de topografía

Desde el punto de vista económico lo ideal es construir en un terreno plano. Si se va usar tolva seca acerque el beneficiadero a una barranca o talud para facilitar el acceso a la tolva seca, a través de una rampa. Si va a usar tolva húmeda en el piso y bombeo de café cereza, puede usar un terreno plano y tenga en cuenta el acceso para las mulas, los cafeductos y los carros. Siempre defina muy bien las áreas para el almacenamiento de la pulpa fresca y para el procesamiento de ésta. Al ubicar esta área de procesamiento de la pulpa en un nivel inferior respecto del beneficio, se aprovecha la gravedad y se evita sobrecostos en mano de obra al minimizarse el transporte manual de ella.

**Figura 4.** Beneficio de café con tolva seca arrimado a un talud. Pieza, tanque, canal de corretero en la finca “La Margarita” vereda “Quebradona” municipio de Jericó Antioquia.



Foto: A. Correa P. Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia, 2009

#### 4.1.3.2 Condiciones de Seguridad

Si la zona tiene problemas de seguridad, construya el beneficiadero de café cerca de la vivienda y enciérrelo en mampostería; de lo contrario sólo haga el soporte de la tolva en cuatro columnas y debajo instale la despulpadora y los tanques. Los canales de correteo y los patios se pueden construir afuera del beneficiadero para disminuir los costos de la construcción.

**Figura 5.** Beneficiadero de café con encierro en mampostería en la finca “Cañada seca” Vereda “La Hermosa” municipio de Jericó, Antioquia.



Foto: C. M. Suárez H.

#### 4.1.3.3 Facilidad de Acceso

Deberá determinarse la forma como va a entrar el café en cereza a la tolva; puede ser acarreado por los recolectores, transportado por tracción animal (mulas, caballos, etc), por el sistema de cafeductos o en vehículos motorizados. De igual forma deberá evaluarse por dónde ingresa el combustible para el silo secador, si lo tiene, y cómo sale el café seco para la bodega. Debe considerarse el flujo de entradas y salidas del café y de los operarios al beneficiadero.

#### 4.1.4 Diseño Adecuado

##### 4.1.4.1 Elaboración de Planos

El Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia, dentro del Área de Aseguramiento de la Calidad, Sección Beneficio, tiene asignado un equipo compuesto por dos ingenieros especialistas, dos dibujantes y un técnico presupuestador para el proceso de diseño de los beneficiaderos de café y los sistemas de secado y para la determinación del costeo total de las obras. Con los ingenieros se presta el servicio personal en cada finca para definir con el propietario, el tamaño y tipo de beneficiadero que se requiere. En esta visita es

muy importante que asista el oficial quien va a construir la obra. En esta visita también se seleccionan los equipos que se va a instalar.

Así mismo se presta el servicio para la adecuación o ampliación de los beneficiaderos de café construidos.

Los planos quedan dibujados en Auto CAD para facilitar ajustes a los mismos. Los presupuestos se realizan usando un programa sistematizado de "Legis" llamado Construdata. Este sistema tiene los análisis de precios unitarios desarrollado, midiendo en campo los consumos de materiales y mano de obra para cada actividad de la construcción de los beneficiaderos de café, Igualmente los presupuestos quedan guardados por varios años para poderle hacer las actualizaciones que requiera el usuario.

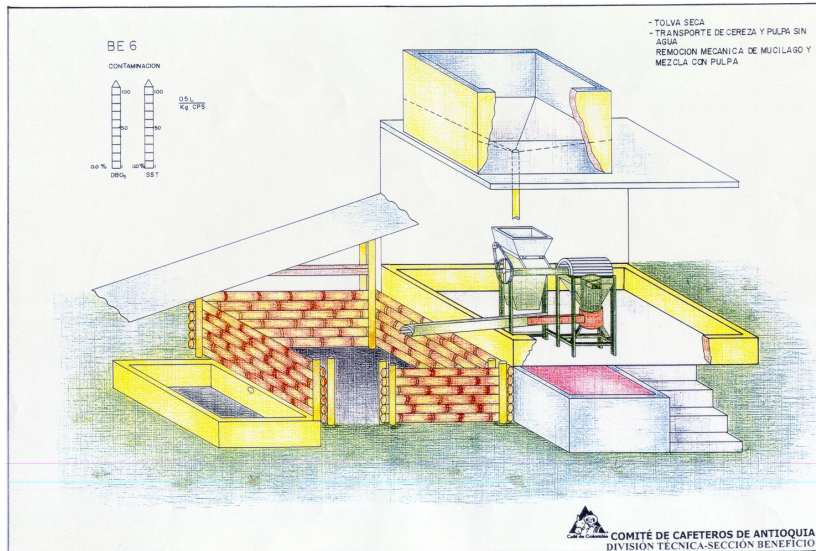
#### 4.1.4.2 Distribución correcta de los elementos dentro del beneficiadero

Para definir la distribución correcta de los elementos dentro de un beneficiadero de café, se debe tener en cuenta:

- La parte húmeda, donde se recibe el café cereza. En esta área también se debe considerar el manejo de la pulpa del café.
- La tolva.
- La zona de la despulpadora.
- Los tanques de fermentación
- Los sistemas de lavado y clasificación
- El tanque escurridor.
- El área seca, la cual consta del área del silo secador y de las bodegas de café y combustible.

Es bien importante que exista una adecuada distribución de todas las partes para obtener un flujo adecuado en todo el proceso. El área húmeda debe estar junta con la seca para disminuir los costos por desplazamientos y carga de café lavado. Para los beneficiaderos medianos y grandes, donde exista motobomba para el transporte del café lavado, se pueden construir el área seca separada de la húmeda.

**Figura 6.** Distribución correcta de los elementos de un beneficiadero de café.  
Vista en planta.



Fuente: Área de Aseguramiento de la Calidad del Café. Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia

## 5. METODOLOGÍA

Se revisó los archivos de diseño del Área de Aseguramiento de la Calidad de Café del Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia y se llevó a cabo extensos diálogos de estudio con los ingenieros Arturo Correa y Antonio Patiño sobre sus criterios de diseño, revisando detenidamente los libros publicados en el ámbito nacional e internacional del manejo post cosecha del café. Así mismo con las empresas productoras de maquinaria agrícola<sup>11</sup> para ver sus criterios de diseño, capacidades, consumos de potencia y materiales.

Basados en toda esa información se desarrolló una hoja de cálculo electrónica dentro del programa de Excel, de propósito general que se utilizara para organizar, calcular y analizar datos, mediante el ingreso de variables del cultivo del café como la altura sobre el nivel del mar y la variedad de café obteniendo el día de mayor producción, aspecto importante para establecer el tamaño adecuado del beneficiadero de café a construirse y que a su vez nos permita seleccionar con exactitud los equipos requeridos para cada explotación cafetera.

Se seleccionó los planos más representativos del departamento de Antioquia, los de mejor acogida entre los productores cafeteros que han tramitado un proyecto de construcción o adecuación de un proyecto de beneficio, y los que más se están implementando tanto para el área húmeda, como para el manejo de la pulpa y el secado. Finalmente se diseñó una serie de gráficos para la selección de maquinaria y equipos.

Así mismo mediante la presentación secuencial de los componentes de un beneficiadero de café que se desarrolla a continuación, se ve los cálculos y procedimientos para poder determinar cada obra y equipo y cómo las tablas y figuras que se presentan, contribuyen a realizar una adecuada selección.

Para realizar los cálculos de un beneficiadero de café y poder seleccionar los equipos y las máquinas, se toma como base la tabla de conversión entre los diferentes estados del café, donde se detallan las densidades aparentes.<sup>12</sup>

---

<sup>11</sup> INDUSTRIAS METÁLICAS J.M. Estrada, Mallas y Silos, J. Gallo S.A., Metálicas Bolívar, Estrada Hermanos.

<sup>12</sup> ROA M. Gonzalo, et al. Beneficio ecológico del café, 1 ed. CENICAFÉ, Chinchiná, 1999. p. 1999

**Cuadro 2.** Densidades y equivalencias aproximadas de peso entre los diferentes estados del café, de la pulpa y del cisco.

Densidad	ESTADOS DEL CAFÉ										
			CC	CB	CL	CSA	CPS	CA	PF	PM	C
Kilos por metro cúbico											
600	Café Cereza	CC	1	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2	0,4	0,5	0,04
800	Café Baba	CB	1,67	1	0,7	0,5	0,4	0,3	0,7	0,8	0,07
650	Café Lavado	CL	2,4	1,5	1	0,8	0,5	0,4	1	1,2	0,1
520	Café Seco de Agua	CSA	3,1	1,9	1,3	1	0,7	0,6	1,2	1,5	0,13
380	Café Pergamino Seco	CPS	4,5	2,7	1,9	1,5	1	0,8	1,8	2,2	0,19
680	Café Almendra	CA	5,6	3,3	2,3	1,8	0,2	1	2,2	2,7	0,23
270	Pulpa Fresca	PF	2,5	1,5	1	0,8	0,6	0,5	1	1,2	0,11
420	Pulpa Mojada	PM	2,1	1,3	0,9	0,7	0,5	0,4	0,8	1	0,09
370	Cisco	C	23,8	14,3	9,8	7,7	5,3	4,3	9,5	11,4	1

CC: Café Cereza  
 CB: Café en Baba  
 CL: Café Lavado  
 CSA: Café Seco de Agua  
 CPS: Café Pergamino Seco  
 CA: Café en Almendra o Café Verde  
 PF: Pulpa Fresca  
 PM: Pulpa Mojada

Fuente: MONTILLA PEREZ, et al. Propiedades físicas y factores de conversión del café en el proceso de beneficio. Avances Técnicos CENICAFE #370. 2008.

## 5.1 TOLVAS

El dispositivo que permite recibir el café en cereza se denomina tolva. Esta puede ser seca si la cereza es transportada a la máquina despulpadora sin emplear agua, generalmente por gravedad; o tolva húmeda cuando el café llega a la máquina mezclado con agua y por acción de ésta. En este caso el agua puede reciclarse para ser usada en otras etapas del proceso. Existen tolvas secas y húmedas con reciclado de agua.



**Figura 7.** Tolva Seca. Finca “Yarumal” corregimiento “Santa Rita” del municipio de Andes, Antioquia.



Foto: A. Correa P. Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia, 2009

**Figura 8.** Tolva Húmeda. Finca “La Esperanza” vereda “Bolívar Arriba” municipio de Ciudad Bolívar, Antioquia.

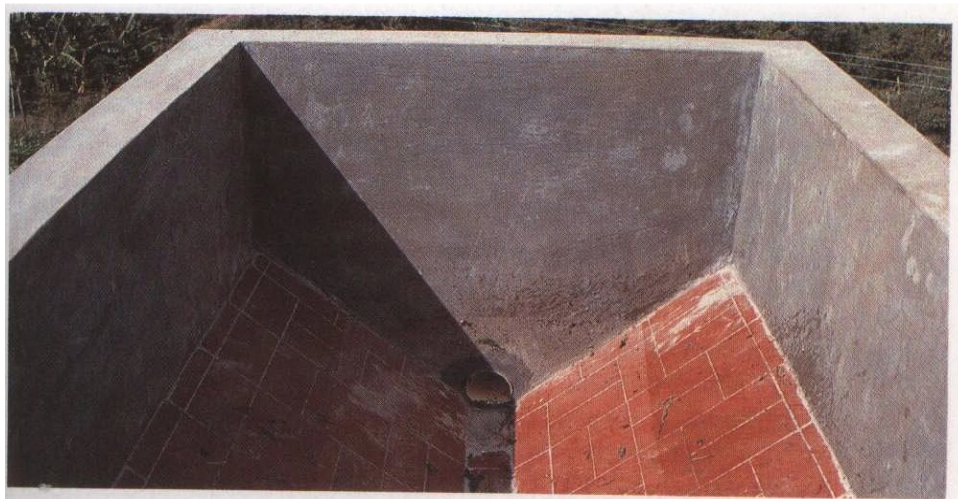


Foto: “El Beneficio del Café” Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia.

El primer paso para iniciar el beneficio del café es el despulpado y por lo general se tiene una tanda en la mañana y otra en la tarde. La tolva seca se construye con un factor de diseño del 50 al 70% del volumen requerido para almacenar el café del día pico.

Ejemplo:

Se considera que el café se despulpa en una sola tanda, al terminar la tarde, para este caso,

$400 \text{ arrobas al año} \times 0.025 \text{ (factor de conversión o día pico en decimal para } 1.700 \text{ msnm)} = 10 \text{ arrobas por día}$

$10 \text{ arrobas/día} = 625 \text{ kilos de café cereza por día}$

$1 \text{ arroba} = 625 \text{ kilos de café cereza} / 5 \text{ (factor de conversión)}$

Ya que la cereza tiene una densidad aparente de 600 kilos por metro cúbico, se requiere 1.04 metros cúbicos de café cereza así:

$625 \text{ kilos de café cereza} / 600 \text{ kilos por metro cúbico} = 1.04 \text{ m}^3 \text{ de café cereza}$

Al aplicarse un factor de diseño de 0.70 (ver cuadro 3), la tolva deberá tener un volumen de 0.73 metros cúbicos. Esta tolva se puede seleccionar del cuadro que aparece a continuación, donde se presentan todas las dimensiones.

Así mismo puede seleccionarse el volumen de la tolva requerido para un día pico diferente.

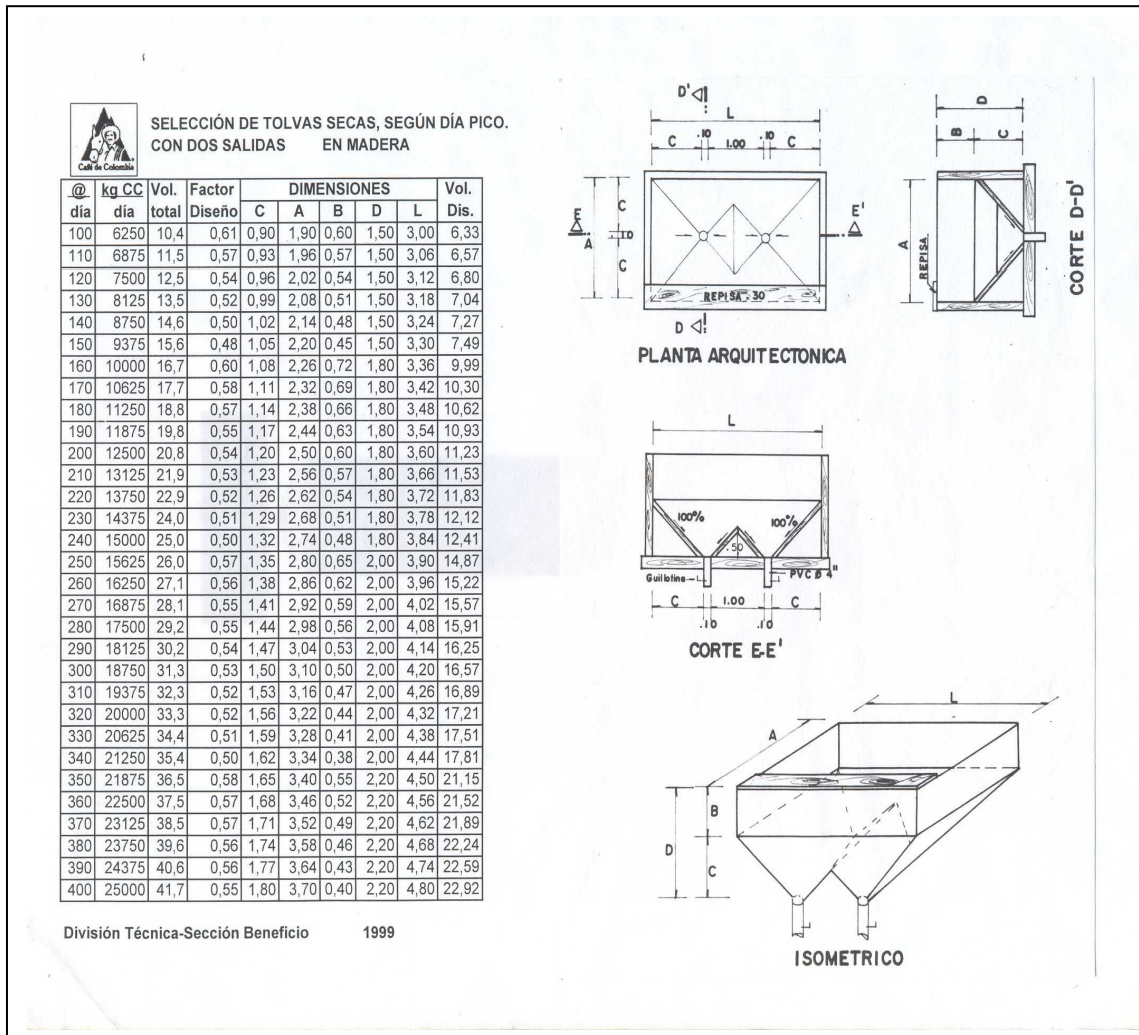
### Cuadro 3. Selección de tolvas según día pico con una salida

#### SELECCIÓN DE TOLVAS SECAS, SEGÚN DÍA PICO, CON UNA SALIDA

@ cps día	kg CC día	Vol. total	factor Diseño	Vol. Dis.	Dimensiones			
					A	C	B	D
10	625	1,0	0,70	0,73	1,00	0,45	0,58	1,03
15	938	1,6	0,70	1,09	1,10	0,5	0,74	1,24
20	1250	2,1	0,70	1,46	1,20	0,55	0,83	1,38
25	1563	2,6	0,70	1,82	1,30	0,6	0,88	1,48
30	1875	3,1	0,65	2,03	1,40	0,65	0,82	1,47
35	2188	3,6	0,65	2,37	1,50	0,7	0,82	1,52
40	2500	4,2	0,65	2,71	1,60	0,75	0,81	1,56
45	2813	4,7	0,65	3,05	1,75	0,83	0,72	1,54
50	3125	5,2	0,65	3,39	1,90	0,9	0,64	1,54
55	3438	5,7	0,60	3,44	1,90	0,9	0,65	1,55
60	3750	6,3	0,60	3,75	2,00	0,95	0,62	1,57
65	4063	6,8	0,60	4,06	2,10	1	0,59	1,59
70	4375	7,3	0,60	4,38	2,20	1,05	0,55	1,60
75	4688	7,8	0,60	4,69	2,30	1,1	0,52	1,62
80	5000	8,3	0,60	5,00	2,40	1,15	0,48	1,63
85	5313	8,9	0,60	5,31	2,50	1,2	0,45	1,65
90	5625	9,4	0,60	5,63	2,65	1,28	0,38	1,65
95	5938	9,9	0,60	5,94	2,80	1,35	0,31	1,66
100	6250	10,4	0,60	6,25	2,95	1,43	0,24	1,67
105	6563	10,9	0,55	6,02	2,95	1,43	0,22	1,64
110	6875	11,5	0,55	6,30	2,95	1,43	0,25	1,67
115	7188	12,0	0,55	6,59	2,95	1,43	0,28	1,71
120	7500	12,5	0,55	6,88	3,00	1,45	0,28	1,73
125	7813	13,0	0,55	7,16	3,00	1,45	0,31	1,76
130	8125	13,5	0,55	7,45	3,00	1,45	0,34	1,79
135	8438	14,1	0,55	7,73	3,05	1,48	0,34	1,81
140	8750	14,6	0,55	8,02	3,05	1,48	0,37	1,85
145	9063	15,1	0,55	8,31	3,05	1,48	0,40	1,88
150	9375	15,6	0,55	8,59	3,10	1,5	0,39	1,89
155	9688	16,1	0,50	8,1	3,10	1,5	0,34	1,84
160	10000	16,7	0,50	8,3	3,10	1,5	0,37	1,87
165	10313	17,2	0,50	8,6	3,15	1,53	0,36	1,88
170	10625	17,7	0,50	8,9	3,15	1,53	0,38	1,91
175	10938	18,2	0,50	9,1	3,20	1,55	0,37	1,92
180	11250	18,8	0,50	9,4	3,20	1,55	0,40	1,95
185	11563	19,3	0,50	9,6	3,25	1,58	0,39	1,96
190	11875	19,8	0,50	9,9	3,30	1,6	0,38	1,98
195	12188	20,3	0,50	10,2	3,35	1,63	0,36	1,99
200	12500	20,8	0,50	10,4	3,40	1,65	0,35	2,00

Fuente: Área de Aseguramiento de la Calidad del Café. Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia

**Cuadro 4.** Selección de tolvas según día pico con dos salidas



Fuente: Área de Aseguramiento de la Calidad del Café. Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia

Quando las tolvas secas tienen una sola salida deben ser cuadradas y las pendientes de las paredes y de las aristas deben tener un ángulo superior al ángulo de deslizamiento del café cereza, para cada superficie. En general las tolvas secas se construyen con un ángulo de 45° o con 100% de pendiente en las paredes, y de esta manera se satisface el ángulo de deslizamiento del café cereza para las diferentes superficies. Esto se evidencia en el cuadro 5.

**Cuadro 5.** Ángulos de deslizamiento en grados, para el café en diferentes estados y sobre diferentes superficies

Superficie	Estado del café				
	Cereza	Despulpado	Lavado	Pergamino seco	Almendra
Madera cepillada con fibra perpendicular al flujo	33,0	30,1	50,4	21,3	24,2
Madera cepillada con fibra paralela al flujo	32,2	33,8	47,2	24,2	26,6
Madera tosca con fibra perpendicular al flujo	36,5	38,0	51,3	50,2	29,7
Madera tosca con fibra paralela al flujo	37,2	38,0	50,2	52,4	25,2
Tubería PVC de 6"	26,1	15,1	31,0	19,8	18,8
Metal	31,8	16,7	33,8	29,2	21,8
Alfagrés	37,2	17,2	42,6	45,6	31,8
Concreto	28,8	35,8	49,2	57,2	45,0
Mayólica	31,8	19,8	41,3	44,1	29,7

Fuente: ROA M. Gonzalo, Et al. Beneficio ecológico del café 1 ed. Chinchiná Colombia, CENICAFE, 1999, p. 57

Es importante tener claro el día pico para poder determinar el volumen que se requiere para la construcción de la tolva.

El siguiente paso es determinar la despulpadora y zaranda.

## 5.2 DESPULPADORAS Y ZARANDAS

La máquina despulpadora es aquella que realiza la separación de la pulpa y el grano. Puede ser de arreglo horizontal o de sistema vertical de disco.

**Figura 9.** Despulpadora vertical de disco. Finca “Santana” vereda “La Cabaña” municipio de Jericó, Antioquia



Foto: L. A. Patiño T. Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia, 2009

**Figura 10.** Despulpadora horizontal. Finca “Villa Alicia” vereda Castalia, Jericó Antioquia.

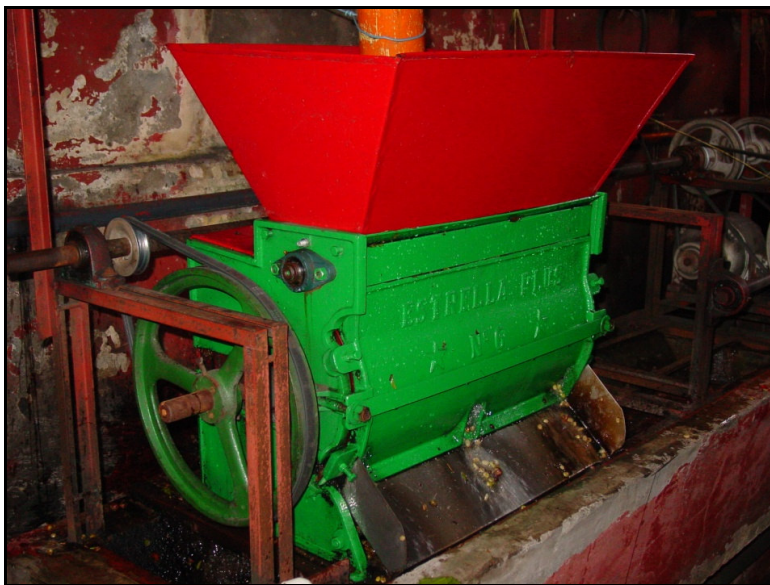


Foto: A. Correa P. Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia, 2009

Las despulpadoras de café se seleccionan de tal manera que tengan una capacidad suficiente para que el tiempo de despulpado no demore más de 4.0

horas, para lo cual se usa la siguiente tabla que contiene las características y capacidades requeridas.

**Cuadro 6.** Referencia de las máquinas despulpadoras y su capacidad de operación en kilos de café cereza por hora.

<b>REFERENCIA DESPULPADORA</b>	<b>CAPACIDAD EN KGS / HORA DE CAFÉ CEREZA</b>
PLUS N°6	2500
ESTRELLA PLUS N°5	1000-1200
ESTRELLA N°4 ½	900
ESTRELLA N°3 ½	600
FEDERAL ESTRELLA N°3	450
MOKA N°2 ½	300
ESTRELLA N°2	200

Fuente: Area de aseguramiento de la calidad del café. Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia.

La capacidad en kilogramos por hora de café cereza despulpado se obtiene mediante los siguientes cálculos:

Capacidad de Despulpado (Kilos de café cereza por hora) = kilos de café Cereza en el día pico / Tiempo de Despulpado en horas x número de despulpadoras

Ejemplo:

Kilos de cereza por hora = 500 arrobas de café pergamino seco por año x 60

Kilos de cereza / arrobas de café cereza x 2 % / 4 Horas por día x 1 despulpadora

Kilos de cereza por Hora = 150 Kilos de cereza por hora

Kg. Cereza por Hora = 150 Kg. Cereza por hora

La despulpadora que más se ajusta en este caso es la número 2, con una capacidad de 200 kg. Cereza por hora. Ver cuadro 6.

Zarandas planas y cilíndricas:

La zaranda de café es un aparato construido para clasificar el café luego de ser despulpado, cuyo diseño y tamaño dependerá de la capacidad de operación de las máquinas despulpadoras y de las condiciones económicas del productor. Puede instalarse una o varias zarandas según la cantidad de café a seleccionar.

Así se tiene que:

- a. Para beneficiaderos con capacidad de beneficio inferior a 500 arrobas de café pergamino seco al año, se puede utilizar una zaranda manual para clasificar el café en el secadero, después de lavado.

**Figura 11.** Zaranda manual. Finca “La Ilusión” vereda “Morroamarillo”, Jardín, Antioquia.



Foto: A. Correa P. Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia, 2009

- b. Para beneficiaderos con capacidad de beneficio entre 500 y 2000 arrobas de café pergamino seco al año, se puede instalar una zaranda plana de vaivén, o una zaranda circular.



**Figura 12.** Zaranda cilíndrica. Finca “La Divisa”, vereda “El Tapao”, Jardín Antioquia.



Foto: A. Correa P. Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia, 2009

C. Para beneficiaderos con capacidad de beneficio superior a 2000 arrobas de café pergamino seco al año, es aconsejable instalar una o más zarandas circulares de lamina, o zarandas semi sumergidas construidas con varillas. Cuando la zaranda va rotando, siempre conservará una porción sumergida en el agua, que transporta los granos recién despulpado a través una canaleta de fibra de vidrio.

Para seleccionar el tamaño de la zaranda se requiere usar el cuadro 7.

**Cuadro 7.** Selección del tamaño de la zaranda

Capacidad (Kg. cereza/hora )	Diámetro (m)	Longitud (m)
200	0,25	0,3
300	0,25	0,5
600	0,4	0,5
900	0,4	0,5
2500	0,4	1
5000	0,6	1,6
7500	0,6	2

Fuente: Área de aseguramiento de la calidad del café. Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia.

### 5.3 TANQUES FERMENTADORES Y DESMIELADORAS

Los tanques de fermentación son aquellas construcciones en mampostería, acero inoxidable o madera cuyo volumen se determina como el doble del requerido para el almacenamiento del café despulpado en día pico. El tanque de fermentación también puede cumplir la función de lavador de café y se le denomina tanque – canal.

El café permanece en los tanques de fermentación entre 15 y 20 horas según las condiciones de temperatura de la zona donde está ubicada la planta de beneficio. Así se cumple con el proceso de descomposición y maduración de la miel que recubre el grano, la cual será desprendida con agua o usando la desmucilagadora antes de iniciar el secado.

**Figura 13.** Tanques de fermentación en acero inoxidable. Finca “La Loma” vereda “Peñas Azules”, Andes, Antioquia.



Foto: L.A. Patiño T. Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia, 2009

**Figura 14.** Tanque de fermentación en mampostería. Finca “El Balcón” vereda “El Mango”, Fredonia, Antioquia.



Foto: L. A. Patiño T. Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia, 2009

**Figura 15.** Tanque canal que cumple las funciones de fermentar y lavar el café. Finca “Vuelta larga” vereda “El Madero”, Santafé de Antioquia, Antioquia



Foto: A. Castaño P. Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia, 2007

Para el cálculo del diseño de los tanques de fermentación deberá tenerse en cuenta que en un metro cubico de tanque caben 800 kilogramos de café en baba (ver cuadro 2); se calcula la producción del día pico en kilos de café pergamino seco, debe tenerse en cuenta la relación de café pergamino seco a cereza. La relación de café en cereza a café en baba es de 1 a 0.6.<sup>13</sup> Los cálculos de los volúmenes de los tanques se determinan a continuación en el cuadro 8.

---

<sup>13</sup> COMITÉ DEPARTAMENTAL DE CAFETEROS DE ANTIOQUIA., Op cit. P. 40

**Cuadro 8.** Cálculos de volúmenes de tanques de fermentación en metros cúbicos

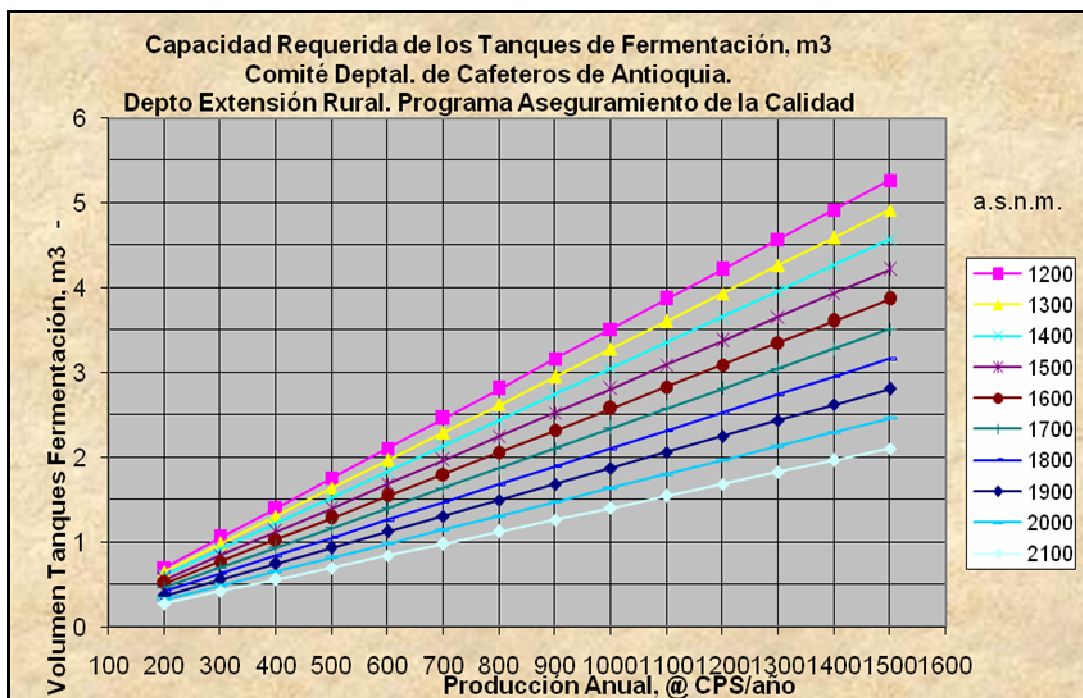
**CALCULOS DE LOS VOLUMENES DE TANQUES DE FERMENTACION EN METROS CÚBICOS DE ACUERDO CON LA PRODUCCIÓN ANUAL DE LA FINCA Y SU ALTURA EN METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR**

Producción arobas/ año	a.s.n.m	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100
	Día Pico,%	3,75	3,50	3,25	3,00	2,75	2,50	2,25	2,00	1,75	1,50
200	0,70	0,66	0,61	0,56	0,52	0,47	0,42	0,38	0,33	0,28	
300	1,05	0,98	0,91	0,84	0,77	0,70	0,63	0,56	0,49	0,42	
400	1,41	1,31	1,22	1,13	1,03	0,94	0,84	0,75	0,66	0,56	
500	1,76	1,64	1,52	1,41	1,29	1,17	1,05	0,94	0,82	0,70	
600	2,11	1,97	1,83	1,69	1,55	1,41	1,27	1,13	0,98	0,84	
700	2,46	2,30	2,13	1,97	1,80	1,64	1,48	1,31	1,15	0,98	
800	2,81	2,63	2,44	2,25	2,06	1,88	1,69	1,50	1,31	1,13	
900	3,16	2,95	2,74	2,53	2,32	2,11	1,90	1,69	1,48	1,27	
1000	3,52	3,28	3,05	2,81	2,58	2,34	2,11	1,88	1,64	1,41	
1100	3,87	3,61	3,35	3,09	2,84	2,58	2,32	2,06	1,80	1,55	
1200	4,22	3,94	3,66	3,38	3,09	2,81	2,53	2,25	1,97	1,69	
1300	4,57	4,27	3,96	3,66	3,35	3,05	2,74	2,44	2,13	1,83	
1400	4,92	4,59	4,27	3,94	3,61	3,28	2,95	2,63	2,30	1,97	
1500	5,27	4,92	4,57	4,22	3,87	3,52	3,16	2,81	2,46	2,11	
1600	5,63	5,25	4,88	4,50	4,13	3,75	3,38	3,00	2,63	2,25	
1700	5,98	5,58	5,18	4,78	4,38	3,98	3,59	3,19	2,79	2,39	
1800	6,33	5,91	5,48	5,06	4,64	4,22	3,80	3,38	2,95	2,53	
1900	6,68	6,23	5,79	5,34	4,90	4,45	4,01	3,56	3,12	2,67	
2000	7,03	6,56	6,09	5,63	5,16	4,69	4,22	3,75	3,28	2,81	
2100	7,38	6,89	6,40	5,91	5,41	4,92	4,43	3,94	3,45	2,95	
2200	7,73	7,22	6,70	6,19	5,67	5,16	4,64	4,13	3,61	3,09	
2300	8,09	7,55	7,01	6,47	5,93	5,39	4,85	4,31	3,77	3,23	
2400	8,44	7,88	7,31	6,75	6,19	5,63	5,06	4,50	3,94	3,38	
2500	8,79	8,20	7,62	7,03	6,45	5,86	5,27	4,69	4,10	3,52	
2600	9,14	8,53	7,92	7,31	6,70	6,09	5,48	4,88	4,27	3,66	
2700	9,49	8,86	8,23	7,59	6,96	6,33	5,70	5,06	4,43	3,80	
2800	9,84	9,19	8,53	7,88	7,22	6,56	5,91	5,25	4,59	3,94	
2900	10,20	9,52	8,84	8,16	7,48	6,80	6,12	5,44	4,76	4,08	
3000	10,55	9,84	9,14	8,44	7,73	7,03	6,33	5,63	4,92	4,22	
3500	12,30	11,48	10,66	9,84	9,02	8,20	7,38	6,56	5,74	4,92	
4000	14,06	13,13	12,19	11,25	10,31	9,38	8,44	7,50	6,56	5,63	
4500	15,82	14,77	13,71	12,66	11,60	10,55	9,49	8,44	7,38	6,33	
5000	17,58	16,41	15,23	14,06	12,89	11,72	10,55	9,38	8,20	7,03	
5500	19,34	18,05	16,76	15,47	14,18	12,89	11,60	10,31	9,02	7,73	
6000	21,09	19,69	18,28	16,88	15,47	14,06	12,66	11,25	9,84	8,44	
6500	22,85	21,33	19,80	18,28	16,76	15,23	13,71	12,19	10,66	9,14	
7000	24,61	22,97	21,33	19,69	18,05	16,41	14,77	13,13	11,48	9,84	
7500	26,37	24,61	22,85	21,09	19,34	17,58	15,82	14,06	12,30	10,55	
8000	28,13	26,25	24,38	22,50	20,63	18,75	16,88	15,00	13,13	11,25	
8500	29,88	27,89	25,90	23,91	21,91	19,92	17,93	15,94	13,95	11,95	
9000	31,64	29,53	27,42	25,31	23,20	21,09	18,98	16,88	14,77	12,66	
9500	33,40	31,17	28,95	26,72	24,49	22,27	20,04	17,81	15,59	13,36	

Fuente: Area de Aseguramiento de la calidad del Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia

Las siguientes figuras complementan el procedimiento recomendado para una ágil y adecuada selección del volumen de los tanques fermentadores.

**Figura 16.** Gráfica cálculo de volumen tanques fermentación para producción anual entre 200- 1500 arrobas de café pergamino seco al año



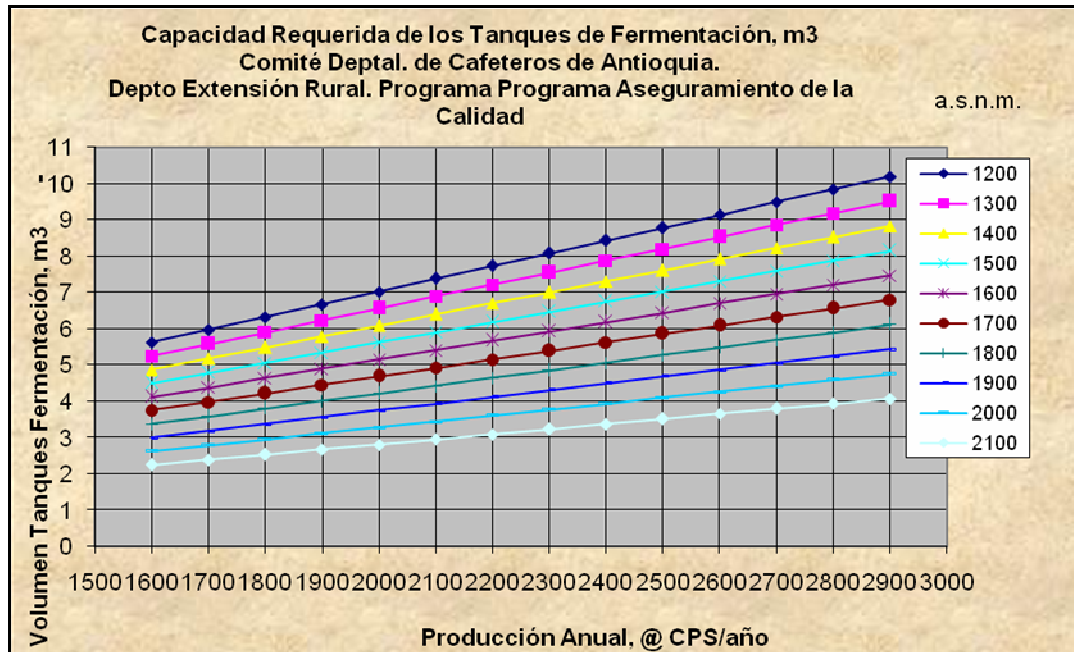
Fuente: Área de aseguramiento de la calidad, Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia, 2006

Al observarse la figura anterior se puede seleccionar rápidamente el volumen de los tanques que se requieren para la producción anual en arrobas de café pergamino seco al año de la finca cafetera.

Ejemplo:

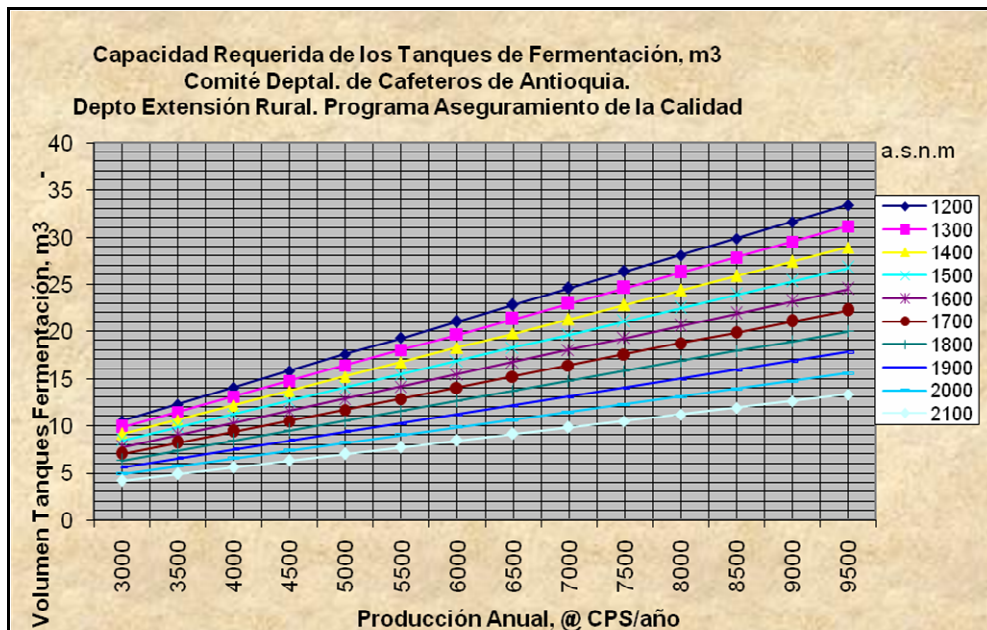
Se tiene una altura sobre el nivel del mar de 1900 metros como lo indica la línea azul oscura y una producción anual de 1100 arrobas café pergamino seco al año, entonces el volumen del tanque de fermentación que se requiere es de 2 metros cúbicos.

**Figura 17.** Gráfica cálculo de volumen tanques fermentación para producción anual entre 1600- 2900 arrobas de café pergamino seco por año.



Fuente: Área de aseguramiento de la calidad. Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia, 2006

**Figura 18.** Gráfica cálculo de volumen tanques fermentación para producción anual entre 1600- 2900 arrobas de café pergamino seco al año



Fuente: Área de aseguramiento de la calidad. Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia, 2006

#### 5.4 SISTEMAS DE LAVADO Y CLASIFICACIÓN

Durante el proceso del beneficio del café, una de las etapas más importantes es el lavado y la clasificación del café, al cual pueden ingresar dos productos diferentes, café despulpado o café fermentado.

En explotaciones cafeteras con una producción de más de 500 arrobas de café pergamino seco al año, el café luego de despulpado se puede someter al proceso de desmucilaginado o desprendimiento del mucílago o baba sin haber sido fermentado.<sup>14</sup>

El tiempo de lavado y clasificación no debe pasar de 4 horas. En el canal de correteo debe caber la mitad del café que hay en el tanque de fermentación. Una persona en un canal de correteo tiene una capacidad de lavar y clasificar 900 kg. por hora. El canal automático tiene una capacidad de 4.000 kg. café lavado por hora. Recordemos que las desmucilagadoras son máquinas que quitan el mucílago o miel y lavan el café a la misma vez.

<sup>14</sup> CENICAFÉ . Avance Técnico No. 388. Manejo del café desmucilaginado mecánicamente. Chinchiná: CENICAFÉ, 2009.



**Figura 19.** Canal de correteo. Finca “La Quicha” vereda “El Líbano” Valparaíso, Antioquia.

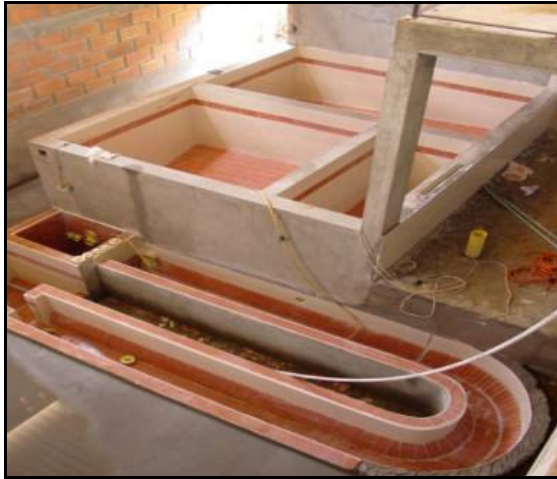


Foto: A. Correa P. Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia, 2009

**Figura 20.** Canal automático. Finca “Casa Roja” Vereda “Cedeño Bajo” Támesis, Antioquia.



Foto: A. Correa P. Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia, 2009

## 5.5 TANQUES ESCURRIDORES

Hay dos tipos de tanques escurridores, uno que es por “baches” para los beneficiaderos pequeños y otro de tipo continuo, entre los que están: el de tornillo, el de zaranda de vaivén y el que funciona por gravedad, usando un

anjeo a 30 grados de inclinación dentro de un compartimento que recoge el agua (trampa de agua).

Los escurridores por baches se calculan de tal manera que quepa el café lavado.

**Figura 21.** Escurridor. Finca “Vuelta Larga” vereda “El Madero”, Santa Fe de Antioquia.



Foto: A: Correa P. Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia, 2007

## 5.6 PROCESADORA DE PULPA

Es un depósito especial, donde se almacena la pulpa que ha sido desprendida del grano de café, para que sea degradada por medio del proceso de compostado en el que es aireada y pierde humedad. Así se obtiene un material orgánico, transformado, rico en nutrientes que podrá ser empleado en diversos procesos como siembra de café, abono para el cultivo o llenado de bolsas de almácigo al mezclarla con tierra.

Para que la descomposición de la pulpa sea rápida y efectiva, el procesador debe tener buena ventilación, para que las bacterias aeróbicas (que trabajan con aire) puedan fermentar la pulpa.

La procesadora de pulpa debe ubicarse contigua de la planta de beneficio y a un lado del sitio de despulpado, con el objetivo de transportar la pulpa sin agua por medio de la gravedad.

El tipo de diseño del procesador depende de la producción de la finca. Para finca con producciones superiores a 500 arrobas de café pergamino seco por año, se recomienda construcciones sólidas y duraderas, de ladrillo o bloques de cemento. Para producciones inferiores se recomienda emplear madera o guadua.

En términos generales se requieren 18 metros cúbicos de volumen de la procesadora de pulpa o compostera, por cada 500 arrobas de café pergamino seco de producción anual.

Es un diseño simple, funcional y de bajo costo, en el que se procura utilizar los materiales disponibles en la región. El piso es de tierra a nivel, las paredes de guadua y con cubierta o techo, normalmente de zinc corrugado.

**Figura 22.** Procesadora de pulpa construida en guadua. Finca “La Ilusión” corregimiento “Alegrías” municipio de Caramanta, Antioquia



Foto: A. Correa P. Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia, 2009

**Figura 23.** Procesadora de pulpa construida en mampostería. Finca “Santana” vereda “Palenquito”, Jericó, Antioquia



Foto: J. Aristizábal Á.

## 5.7 SISTEMAS DE SECADO DE CAFÉ

El secado del grano ha sido una de las etapas de la postcosecha que más afecta la calidad intrínseca del café, alcanzada previamente con una correcta aplicación de las prácticas de cultivo y la selección del clima, suelo, altura, variedad y tipo de beneficio, entre otras.

Una vez que los frutos de café llegan a su madurez completa se deben recolectar en el menor tiempo posible, eliminar y disponer la totalidad de la pulpa y del mucilago que cubren los granos, lavarlos racionalmente con agua limpia, y secarlos inmediata y adecuadamente, hasta un nivel de humedad entre el 10 y 12%.<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> CENICAFÉ. Avances Técnicos 345. El secado del café. Chinchiná. CENICAFÉ. 2006

### 5.7.1 Secadores solares

Existen muchos métodos para secar el café al sol, sin embargo el más funcional y económico es mediante el empleo de las marquesinas. Para los cálculos de las áreas de la marquesina se debe tener en cuenta que en un metro cuadrado se secan 5 arrobas de café pergamino seco.

Así para secar 400 arrobas de café pergamino seco al año, al sol, se requiere 80 metros cuadrados de marquesina. Dado que es una construcción muy voluminosa, se recomendaría la combinación de una marquesina de 4.0 x 7.0 metros, es decir 28 metros cuadrados y un silo secador de 15 arrobas de café pergamino seco, con tres mallas de 5.0 arrobas cada una.

**Figura 24.** Marquesina en guadua. Finca “Santa Gertrudis”, vereda “Verdún”, Jardín, Antioquia.



Foto: L.A. Patiño T. Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia 2009

**Figura 25.** Marquesina en madera. Finca “Buenos Aires” vereda “La Matilde”, Támesis, Antioquia.



Foto: L.A. Patiño T. Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia, 2009

#### 5.7.2 Secado mecánico o artificial

LA tecnología para el secado mecánico del café ha tenido un desarrollo creciente en Colombia y en especial en el departamento de Antioquia, y prueba de ello es la presencia de empresas como Industrias Metálicas J.M. Estrada, Estrada Hermanos, Mallas y Silos, J. Gallo y Metálicas Bolívar, que producen la maquinaria necesaria y requerida para el beneficio por los caficultores.

Para calcular las necesidades de secado en silo secador o secado mecánico de una finca, se deben determinar las arrobas o kilogramos que se produzcan anualmente de café pergamino seco. Luego se multiplica esta producción anual por el porcentaje de la recolección del día de mayor producción (día pico). Ver cuadro 1.

Ejemplo:

Se tiene una finca de 1.000 arrobas de Café Pergamino Seco al año a 1700 metros sobre el nivel del mar, Ver cuadro 1, con una concentración de la cosecha en el día de mayor recolección del 2.50 %.

Entonces,

Día de Mayor Recolección o día pico= 1000 arrobas de Café Pergamino Seco al año x 0.025 año/día = 25 arrobas de Café Pergamino Seco por día.

Para realizar un óptimo proceso de secado, el café debe permanecer en el silo mecánico por un periodo de tiempo no mayor a 16 horas continuas, para alcanzar porcentajes de humedad entre el 10% y el 12% de humedad; es decir, de las 07:00 horas hasta las 23:00 horas. No es recomendable secar café en la noche ni en la madrugada por el descenso de la temperatura ambiental y porque se requeriría mayor cantidad de combustible y mano de obra adicional para la operación del equipo, por ende, se incrementa el costo del proceso.

También se debe tener en cuenta que tan rápidas son las máquinas secadoras de tres mallas que tenemos en el mercado y en general que cumplen con el parámetro que se presenta en la tabla siguiente:

**Cuadro 9.** Capacidades de la secadora de tres mallas referente al tiempo de secado

<b>Capacidades de Secadoras de Tres Mallas referente al Tiempo de Secado Trabajando a 50 grados centígrados</b>			
Capacidad Total en arrobas	Capacidad en arrobas por malla	Tiempo en horas de Salida de una malla	Tiempo total de Secado en horas
7.5	2.5	5	15
10.5	3.5	5	15
12	4	6	18
15	5	6	18
21	7	6	18
24	8	6	18
30	10	7	21
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
450	150	10	30

Fuente: Área de Aseguramiento de la calidad, Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia, 2009

A partir del cálculo y de los datos que se encuentran en el cuadro 10, puede seleccionar la secadora que sigue en capacidad a 25 arrobas, la cual es una secadora de 30 arrobas y esta se demora hasta 21 horas para completar el secado de las 30 arrobas, ya que cada 7 horas saca una capa de café de 10 arrobas de Café Pergamino Seco.

Así se puede seleccionar el tamaño de la secadora con la siguiente regla de tres:

25 arrobas de café pergamino seco – 18 horas  
X – 21 horas

Donde  $X = (21 \text{ horas} \times 25 \text{ arrobas}) / 18 \text{ horas} = 32.8 \text{ arrobas}$

Pudiéndose seleccionar la secadora de 30 arrobas, en tres mallas de 10 arrobas cada una, para atender esta finca, sin riegos de que se presenten los defectos de fermento y fenol y usar las instalaciones de secado al sol para presecar el café al principio y al final de la cosecha cuando no se tenga volúmenes altos, porque la recolección apenas comienza o porque ya ha sido cosechada la mayor parte del grano.

Si tiene una secadora previamente instalada y el productor requiere de una secadora para mayor volumen, se debe determinar la capacidad de secado cada hora y se le debe restar la capacidad de la secadora requerida la cual es de 30 arrobas en 16 horas o sea de 1.9 arrobas por hora, para conocer la nueva secadora.

Ejemplo

Se supone que la finca cuenta con una secadora de 10.5 arrobas, la cual cada 5 horas seca 3.5 arrobas, entonces tiene una capacidad horaria 0.70 arrobas por hora.

Capacidad en arrobas por hora = capacidad total / horas de trabajo  
 $0.70 \text{ arrobas} = 3,5 \text{ arrobas por hora} / 5 \text{ horas de trabajo}$

Dado que se necesita una capacidad de secado de 1,9 arrobas por hora, debe hacerse el siguiente cálculo

secadora faltante = total arrobas requeridas por hora – arrobas por hora actuales

$1.2 \text{ arrobas por hora} = 1.9 \text{ arrobas por hora} - 0.7 \text{ arrobas por hora}$

Esto significa que con 1.2 arrobas por 16 horas posibles de operación, se tiene 19.2 arrobas, lo cual obliga a seleccionar una secadora de 21 arrobas o de tres mallas de 7 arrobas cada una para hacer el ajuste.



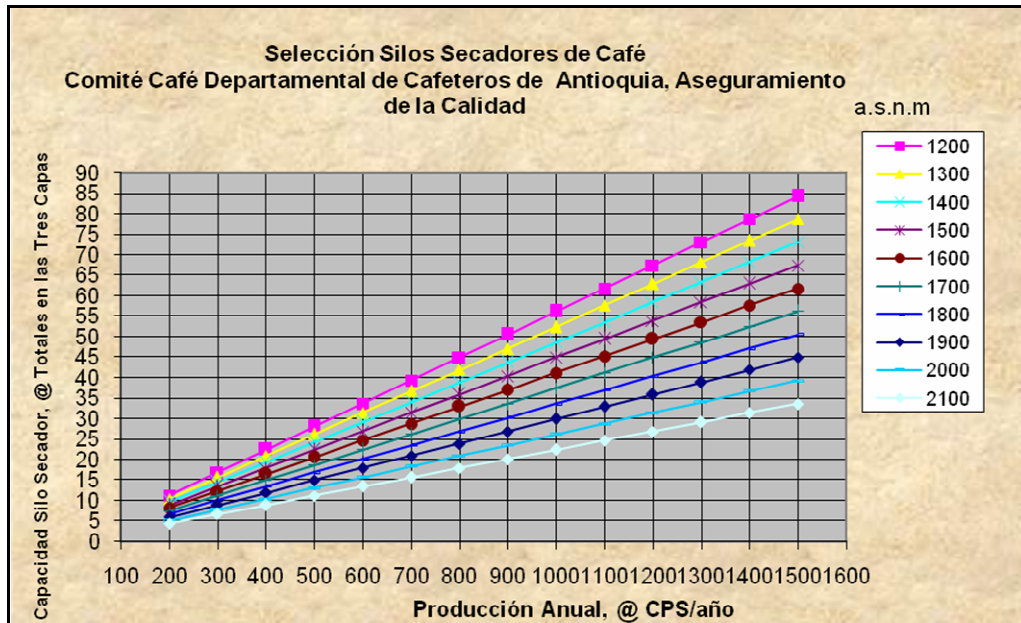
Para mayor facilidad se puede seleccionar la secadora teniendo en cuenta la tabla que aparece a continuación, que es la base para la construcción de las figuras que nos permite seleccionar la secadora adecuada, que se ajuste a cada finca cafetera

**Cuadro 10.** Cálculo de silos secadores de acuerdo a la producción anual de la finca, el día pico y a la altura sobre el nivel del mar.

<b>CÁLCULOS DE LOS SILOS SECADORES DE ACUERDO A LA PRODUCCIÓN ANUAL DE LA FINCA Y SU ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR (a.s.n.m.)</b>											
	<b>a.s.n.m</b>	<b>1200</b>	<b>1300</b>	<b>1400</b>	<b>1500</b>	<b>1600</b>	<b>1700</b>	<b>1800</b>	<b>1900</b>	<b>2000</b>	<b>2100</b>
	<b>Día Pico,%</b>	<b>3,75</b>	<b>3,50</b>	<b>3,25</b>	<b>3,00</b>	<b>2,75</b>	<b>2,50</b>	<b>2,25</b>	<b>2,00</b>	<b>1,75</b>	<b>1,50</b>
<b>Producción</b>											
<b>arrobas/ año</b>											
<b>200</b>		11,3	10,5	9,8	9,0	8,3	7,5	6,8	6,0	5,3	4,5
<b>300</b>		16,9	15,8	14,6	13,5	12,4	11,3	10,1	9,0	7,9	6,8
<b>400</b>		22,5	21,0	19,5	18,0	16,5	15,0	13,5	12,0	10,5	9,0
<b>500</b>		28,1	26,3	24,4	22,5	20,6	18,8	16,9	15,0	13,1	11,3
<b>600</b>		33,8	31,5	29,3	27,0	24,8	22,5	20,3	18,0	15,8	13,5
<b>700</b>		39,4	36,8	34,1	31,5	28,9	26,3	23,6	21,0	18,4	15,8
<b>800</b>		45,0	42,0	39,0	36,0	33,0	30,0	27,0	24,0	21,0	18,0
<b>900</b>		50,6	47,3	43,9	40,5	37,1	33,8	30,4	27,0	23,6	20,3
<b>1000</b>		56,3	52,5	48,8	45,0	41,3	37,5	33,8	30,0	26,3	22,5
<b>1500</b>		84,4	78,8	73,1	67,5	61,9	56,3	50,6	45,0	39,4	33,8
<b>1600</b>		90,0	84,0	78,0	72,0	66,0	60,0	54,0	48,0	42,0	36,0
<b>1700</b>		95,6	89,3	82,9	76,5	70,1	63,8	57,4	51,0	44,6	38,3
<b>1800</b>		101,3	94,5	87,8	81,0	74,3	67,5	60,8	54,0	47,3	40,5
<b>1900</b>		106,9	99,8	92,6	85,5	78,4	71,3	64,1	57,0	49,9	42,8
<b>2000</b>		112,5	105,0	97,5	90,0	82,5	75,0	67,5	60,0	52,5	45,0
<b>2100</b>		118,1	110,3	102,4	94,5	86,6	78,8	70,9	63,0	55,1	47,3
<b>2200</b>		123,8	115,5	107,3	99,0	90,8	82,5	74,3	66,0	57,8	49,5
<b>2300</b>		129,4	120,8	112,1	103,5	94,9	86,3	77,6	69,0	60,4	51,8
<b>2400</b>		135,0	126,0	117,0	108,0	99,0	90,0	81,0	72,0	63,0	54,0
<b>2500</b>		140,6	131,3	121,9	112,5	103,1	93,8	84,4	75,0	65,6	56,3
<b>2600</b>		146,3	136,5	126,8	117,0	107,3	97,5	87,8	78,0	68,3	58,5
<b>2700</b>		151,9	141,8	131,6	121,5	111,4	101,3	91,1	81,0	70,9	60,8
<b>2800</b>		157,5	147,0	136,5	126,0	115,5	105,0	94,5	84,0	73,5	63,0
<b>2900</b>		163,1	152,3	141,4	130,5	119,6	108,8	97,9	87,0	76,1	65,3
<b>3000</b>		168,8	157,5	146,3	135,0	123,8	112,5	101,3	90,0	78,8	67,5
<b>3500</b>		196,9	183,8	170,6	157,5	144,4	131,3	118,1	105,0	91,9	78,8
<b>4000</b>		225,0	210,0	195,0	180,0	165,0	150,0	135,0	120,0	105,0	90,0
<b>4500</b>		253,1	236,3	219,4	202,5	185,6	168,8	151,9	135,0	118,1	101,3
<b>5000</b>		281,3	262,5	243,8	225,0	206,3	187,5	168,8	150,0	131,3	112,5
<b>5500</b>		309,4	288,8	268,1	247,5	226,9	206,3	185,6	165,0	144,4	123,8
<b>6000</b>		337,5	315,0	292,5	270,0	247,5	225,0	202,5	180,0	157,5	135,0
<b>6500</b>		365,6	341,3	316,9	292,5	268,1	243,8	219,4	195,0	170,6	146,3
<b>7000</b>		393,8	367,5	341,3	315,0	288,8	262,5	236,3	210,0	183,8	157,5
<b>7500</b>		421,9	393,8	365,6	337,5	309,4	281,3	253,1	225,0	196,9	168,8
<b>8000</b>		450,0	420,0	390,0	360,0	330,0	300,0	270,0	240,0	210,0	180,0
<b>8500</b>		478,1	446,3	414,4	382,5	350,6	318,8	286,9	255,0	223,1	191,3
<b>9000</b>		506,3	472,5	438,8	405,0	371,3	337,5	303,8	270,0	236,3	202,5
<b>9500</b>		534,4	498,8	463,1	427,5	391,9	356,3	320,6	285,0	249,4	213,8

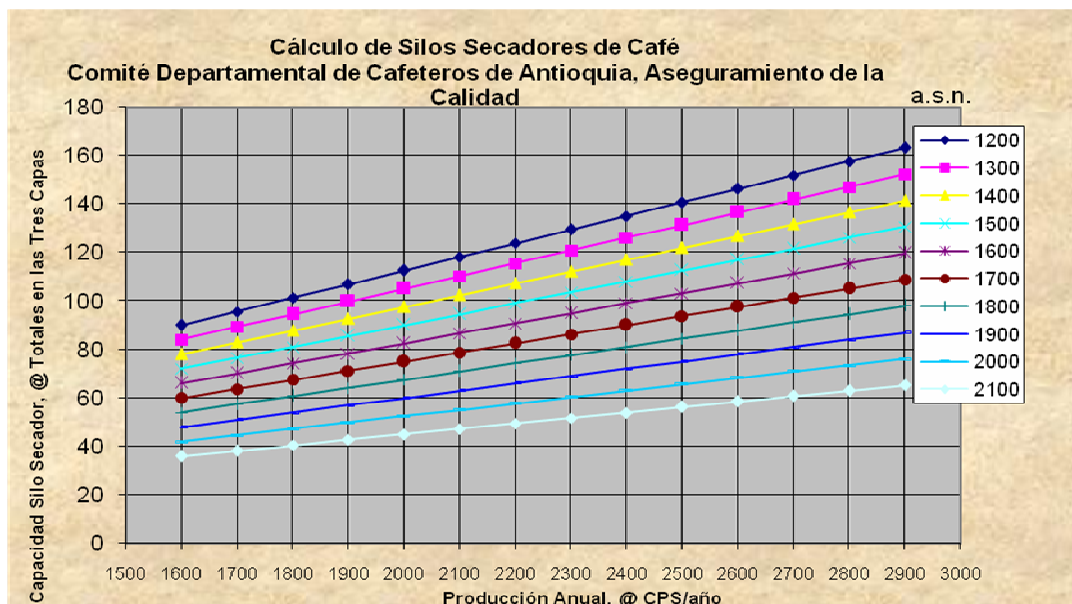
Fuente: Area de Aseguramiento de la calidad del Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia.

**Figura 26.** Selección de silos secadores de café entre 200 – 1500 arrobas de café pergamino seco al año



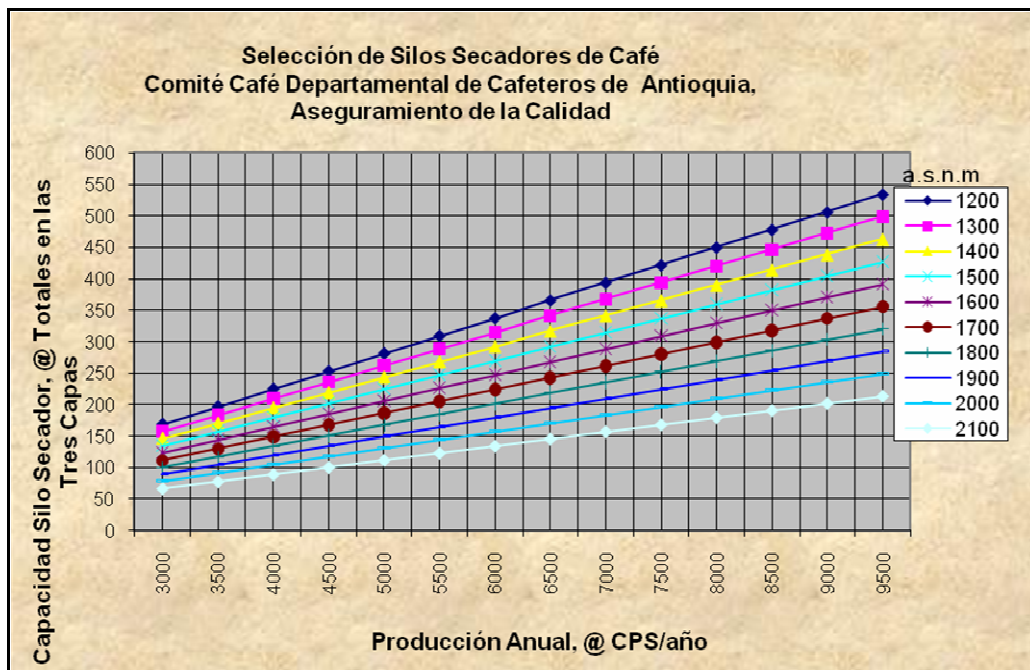
Fuente: Área de aseguramiento de la calidad, Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia, 2006

**Figura 26.** Selección de silos secadores de café entre 1600 – 2900 arrobas de café pergamino seco al año



Fuente: Área de aseguramiento de la calidad, Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia, 2006

**Figura 27.** Selección de silos secadores de café entre 1600 – 2900 arrobas de café pergamino seco al año



Fuente: Área de aseguramiento de la calidad, Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia, 2006

Ejemplo para seleccionar la secadora mecánica empleando las figuras presentadas

Se cuenta con una finca que tiene una altura sobre el nivel del mar de 1400 metros (color amarillo en la figura 27) y que presenta unas producciones de 8000 arrobas de café pergamino seco al año. Entonces la capacidad del silo secador en arrobas totales en las tres mallas o capas, debe ser de 400 arrobas. Debe tenerse en cuenta que a una altura de 1400 metros sobre el nivel del mar se presenta una mayor concentración de la cosecha, en dos o tres periodos de recolección de mayor volumen.

Estas figuras permiten seleccionar el equipo de una manera rápida sin tener que realizar ningún cálculo.

**Figura 29.** Silo secador de tres mallas. Finca “El Cielito” vereda “La Fé” ,Jericó, Antioquia.



Foto: J. Aristizábal Á.

## 6. RESULTADOS

Empleando la información del Cuadro 2 se puede dimensionar un beneficiadero y seleccionar los equipos, para lo cual se usa un programa de cálculo que se anexa en el CD, el cual contiene todos los datos de esta investigación. El resultado para el beneficiadero del ejemplo de 400 arrobas al año es como se presenta a continuación:

Producción Anual: 400 arrobas de café pergamino seco al año

Día Pico en decimal: 0,025

Producción Diaria: 10 arrobas de café pergamino seco por día

Relación Cereza a Pergamino: 5:1 kilos de café cereza / kilos de café pergamino seco

Tandas de despulpado diarias: Se puede realizar una sola despulpada al día o en dos tandas, una en las horas del medio día y otra en las horas de la tarde

Tiempo de despulpado entre 2 y 8 horas.

### Cuadro 11. Densidades y equivalencias del café para diseño de infraestructura

	Kilos diarios	Metros cúbicos	Metros cúbicos diseño	Base para el diseño de:
Café Cereza	625	1,0	0,63	Despulpadoras y tolva
Café Baba	375	0,5	0,94	Tanque de Fermentación
Café Lavado	238	0,4	0,37	Patio Escurridor
Café Pergamino Seco	125	0,3		Bodegas

Fuente: Área de aseguramiento de la calidad, Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia, 2006

Los resultados obtenidos de kilogramos diarios se originan del Cuadro 2 de densidades y equivalencias:

Pulpa del año, kilos. 10000

Pulpa Fresca, Volumen de la Pulpa del año en metros cúbicos 37,03

Pulpa Mojada, Volumen de la Pulpa del año en metros cúbicos	23,80
Cosecha Mayor de los seis meses en decimal	0,8
Porcentaje hasta el cual compacta, pulpa fresca	0,75
Volumen de la procesadora de pulpa fresca	22
Volumen de la procesadora de pulpa, con miel	29
Área lombricultura en metros cuadrados	20
Abono Orgánico lombricultivo en kilos	4000
Abono Orgánico posible en kilos	2000

Despulpadora	Kg. cc/hora
2	200
2 ½	300
3 ½	600
4 ½	900
5 ½	1200
6	2000
Un disco	1000
Dos discos	2000

Se adjunta los planos civiles para la construcción de los diferentes beneficiaderos, marquesinas, tanques y otros, se puede dirigir al listado de planos.

De igual manera si se tiene en cuenta las graficas para la selección de los equipos y volúmenes de construcción y además utiliza la tabla dinámica bajo el programa excel, se puede obtener los resultados requeridos, se puede hacer relación con el plano civil para adelantar diversas obra o adecuaciones sin precisarse cálculos adicionales.

## 7. CONCLUSIONES

- Los productores cafeteros en los últimos años no han contado con la suficiente capacitación y acompañamiento en cuanto a los temas de calidad y sistemas de beneficio. Es preciso contar con programas masivos de extensión y asesoría, que le permitan a un mayor número de caficultores acceder a conocimientos de vital importancia para mejorar sus sistemas de procesamiento del café y además así lograr incluirse en estándares de calidad, cada vez más exigentes, con su producto.

Hace cerca de 15 años, el comité Departamental de Cafeteros de Antioquia, articuló al trabajo de los técnicos de campo un equipo de ingenieros para que diseñaran los beneficios de café y los sistemas de secado de acuerdo con las necesidades de cada empresa cafetera. La labor de sensibilización al cafetero, para lograr el cambio de la vieja tecnología de beneficio tradicional a la actual tecnología de avanzada, con maquinaria y equipos de alto rendimiento, costos inferiores, bajo consumo de agua y procesos aplicados racionalmente, ha sido difícil y lenta y es, como podemos afirmar, que solo un 30% del área cafetera <sup>16</sup> está en la tecnología del beneficio ecológico.

Con la implementación y uso de la Cartilla Técnica para el Diseño y Dimensionamiento de Beneficiaderos de Café y Sistemas de Secado, donde se incluye además los sistemas de procesamiento de pulpa, los Extensionistas de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia adquirirán una valiosa herramienta, ágil y dinámica, para la tecnificación de los sistemas de beneficio de café; así mismo su utilidad se verá reflejada en la disminución de los tiempos de atención a los productores y en la disminución de los niveles de pérdida del grano por malos sistemas de beneficio.

- Al mejorarse el proceso de transformación del café en cereza en café pergamino seco, se logrará disminuir los niveles de rechazos por defectos de taza ocasionados por malas prácticas de manejo y deficientes condiciones de infraestructura. Esto contribuirá a que el café colombiano conserve su imagen como el mejor café del mundo.

- Los avances actuales en la industria metalmecánica que provee los equipos para el beneficio del café se ha vinculado a las investigaciones del Centro Nacional de Investigaciones del Café, CENICAFÉ. Esto ha permitido que se avale el funcionamiento de dichos equipos y que adicionalmente se esté dando una masificación del uso de los mismos en las diferentes zonas productoras del país, lo cual es definitivo para la buena calidad del café y para el desarrollo de la industria cafetera.

---

<sup>16</sup> Área de aseguramiento de la calidad del Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia. Ingeniero Arturo Correa P.

- Hoy, la utilización de fuentes alternas de energía como la energía solar para el secado y de menores tiempos para los procesos, redundan en la calidad del producto obtenido. Merece especial atención el uso de elementos como el acero inoxidable utilizado en la construcción de tanques, canales de lavado y clasificación, que ha sido la solución para muchos empresarios cafeteros.
  
- El mejoramiento del proceso del beneficio de café, obligatoriamente conlleva a los productores a obtener un café que cumpla con todos los estándares de calidad y con los requisitos para obtener la certificación de las fincas y del proceso productivo, involucrando los aspectos sociales, ambientales y sostenibles de la empresa.
  
- Para los cafeteros pequeños, el secado mecánico (utilizando pequeños silos secadores que queman gas, carbón de piedra o gas propano), ha sido una excelente medida de mejorar la eficiencia e industrialización de su empresa, complementada con el secado solar que utiliza la energía del sol, y que hace que este tipo de productores obtenga mejores dividendos de la explotación cafetera. Las empresas les ofrecen silos desde 10 arrobas hasta 50 arrobas, para satisfacer su demanda de secado.



## BIBLIOGRAFÍA

CENICAFE. Avances Técnicos 345. Chinchiná : CENICAFE. 2006.

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DEL CAFÉ. Curso básico del beneficio del café. N°2. Chinchiná : El centro, 1990. 80 p.

\_\_\_\_\_. Disciplina de aguas. Tratamiento de aguas residuales del lavado del café. Boletín técnico n°20 Chinchiná, Editorial Escala, 1999, 62p.

COLOMBIA. FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA Compromiso Social 2007. Medellín: La federación, 2007. 87 p.

\_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_. Cursos Veredales de Café. 1ª edición. Medellín : Editorial Feriva s.a, 1991. 212 p.

\_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_. El Café Generalidades de su proceso. Santa fe de Bogota: editorial Escala, 1998. 325 p.

\_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_. Normas para la compra de café pergamino tipo federación. Bogotá : Editorial Escala, 1989. 20 p.

COMITE DEPARTAMENTAL DE CAFETEROS DE ANTIOQUIA. El Beneficio del Café. Medellín: El comité, 1991. 213 p.

\_\_\_\_\_. Prácticas Ecológicas para la finca cafetera. No 41. Medellín: El comité, 1995.

COMITÉ DEPARTAMENTAL DE CAFETEROS DE CALDAS. Tecnología de cultivo del café. Chinchiná : Litografía cafetera Ltda, 1988. 404 p.

CORREA P. Arturo. Manual de beneficio del café para producciones hasta 1500 Arrobas. 1ª edición. Medellín: Editorial Feriva S.A., 1998, 25 p.

MONTILLA PEREZ, et al. Propiedades físicas y factores de conversión del café en el proceso de beneficio. Avances Técnicos CENICAFE #370. 2008. 7 p.

PATIÑO T. Longino Antonio, CORREA P. Arturo. Criterios de diseño, construcción y manejo de beneficiaderos de café: conferencia avances de beneficio del café Medellín : Universidad Nacional de Colombia.1990.

ROA M. Gonzalo, Et al. Beneficio ecológico del café. 1 ed. Chinchiná Colombia, CENICAFE, 1999. 300 p.

## ANEXOS

Anexo A. Diseño Beneficiadero 400 arrobas
Anexo B. Plano Beneficiadero de 100 a 400 arrobas con tanque y canal
Anexo C. Plano beneficiadero de 100 a 400 arrobas con casilla
Anexo D. Plano beneficiadero de 150 arrobas
Anexo E. Presupuesto beneficiadero de 150 arrobas compras
Anexo F. Presupuesto beneficiadero de 150 arrobas detallado
Anexo G. Plano beneficiadero de 250 arrobas
Anexo H. Presupuesto beneficiadero de 250 arrobas compras
Anexo I. Presupuesto beneficiadero de 250 arrobas detallado
Anexo J. Plano beneficiadero 350 a 400 arrobas
Anexo K. Plano beneficiadero de 500 arrobas
Anexo L. Presupuesto beneficiadero 500 arrobas compras
Anexo M. Presupuesto beneficiadero 500 arrobas detallado
Anexo N. Plano beneficiadero de 600 arrobas
Anexo O. Presupuesto beneficiadero 600 arroba compras
Anexo P. Presupuesto beneficiadero 600 arrobas detallado
Anexo Q. Plano beneficiadero de 1800 arrobas
Anexo R. Presupuesto beneficiadero de 1800 arrobas compras
Anexo S. Presupuesto beneficiadero de 1800 arrobas detallado
Anexo T. Plano beneficiadero de 4000 arrobas
Anexo U. Presupuesto beneficiadero 4000 arrobas compras
Anexo V. Presupuesto beneficiadero 4000 arrobas detallado
Anexo W. Plano cuarto de silo secador
Anexo X Presupuesto cuarto de silo secador 7,5 arrobas compras
Anexo Y. Presupuesto cuarto de silo secador 7,5 arrobas detallado
Anexo Z. Presupuesto cuarto de silo secador 10,5 arrobas compras
Anexo A1. presupuesto cuarto de silo secador 10,5 arrobas detallado
Anexo B1. Presupuesto cuarto de silo secador de 15 arrobas compras
Anexo C1. Presupuesto cuarto de silo secador de 15 arrobas detallado
Anexo D1. Presupuesto cuarto de silo secador de 21 arrobas compras
Anexo E1. Presupuesto cuarto de silo secador de 21 arrobas detallado
Anexo F1. Presupuesto cuarto de silo secador de 30 arrobas compras
Anexo G1. Presupuesto cuarto de silo secador de 30 arrobas detallado
Anexo H1. Presupuesto cuarto de silo secador de 45 arrobas compras
Anexo I1. Presupuesto cuarto de silo secador de 45 arrobas detallado
Anexo J1. Plano marquesina en madera
Anexo K1. Plano marquesina en madera
Anexo L1. Plano carro secador o camillón
Anexo M1. Plano escurridor de agua y café por gravedad
Anexo N1. Plano planta de tratamiento de mieles
Anexo O1. Presupuesto planta de tratamiento de mieles 3000 kilos compras
Anexo P1. Presupuesto planta de tratamiento de mieles 3000 kilos detallado

Anexo Q1. Presupuesto planta de tratamiento de mieles 12000 kilos compras
Anexo R1. Presupuesto planta de tratamiento de mieles 12000 kilos detallado
Anexo S1. Presupuesto planta de tratamiento de mieles 21000 kilos compras
Anexo T1. Presupuesto planta de tratamiento de mieles 21000 kilos detallado
Anexo U1. Presupuesto planta de tratamiento de mieles 30000 kilos compras
Anexo V1. Presupuesto planta de tratamiento de mieles 30000 kilos detallado
Anexo W1. Presupuesto planta de tratamiento de mieles 39000 kilos compras
Anexo X1. Presupuesto planta de tratamiento de mieles 39000 kilos detallado
Anexo Y1. Presupuesto planta de tratamiento de mieles 39000 kilos compras
Anexo Z1. Presupuesto planta de tratamiento de mieles 39000 kilos detalle
Anexo A2. Plano procesadora de pulpa de 5 metros cúbicos
Anexo B2. Presupuesto procesadora de pulpa de 5 metros cúbicos
Anexo C2. Plano procesadora de pulpa de 12 metros cúbicos
Anexo D2. Presupuesto procesadora de pulpa de 12 metros cúbicos
Anexo E2. Plano canal clasificador metálico
Anexo F2. Plano tanque canal de 200 a 300 arrobas
Anexo G2. Presupuesto tanque canal 200 arrobas compras
Anexo H2. Presupuesto tanque canal 200 arrobas detallado
Anexo I2. Presupuesto tanque canal 250 arrobas compras
Anexo J2. Presupuesto tanque canal 250 arrobas detallado
Anexo K2. Presupuesto tanque canal 300 arrobas compras
Anexo L2. Presupuesto tanque canal 300 arrobas detallado
Anexo M2. Plano tanque casquete de salida por debajo
Anexo N2. Presupuesto tanque casquete de 20 metros cúbicos compras
Anexo O2. Presupuesto tanque casquete de 80 metros cúbicos compras
Anexo P2. Presupuesto tanque casquete de 100 metros cúbicos compras
Anexo Q2. Presupuesto tanque casquete de 100 metros cúbicos detallado
Anexo R2. Plano campamento para 20 personas
Anexo S2. Presupuesto campamento para 20 personas compras
Anexo T2. Plano bocatoma y desarenador actualizado
Anexo U2. Plano pozo séptico de 10 a 200 personas
Anexo V2. Plano prototipo de bodega para certificación
Anexo W2. Presupuesto prototipo de bodega hasta 5 hectáreas compras
Anexo X2. Presupuesto prototipo de bodega hasta 5 hectáreas detallado