

Caracterización de las etapas de beneficio para la obtención de cafés especiales (*Coffea arábica*) en la Central de Beneficio la Chaparrala del Municipio de Andes

Characterization of the beneficiation stages for obtaining specialty coffees at the La Chaparrala Processing Plant of the Municipality of Andes

Juan Manuel Álvarez García
Rafael Alberto Zapata Rojas

Trabajo de grado para optar al título de
Especialista en Auditoria en Café

Asesores
Edwin Enrique Noreña García
Ingeniero Agroindustrial
Ezequiel José Pérez Monterroza
Ingeniero Químico. Doctor en Ingeniería y Ciencia de Alimentos

Universidad de Antioquia
Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias
Especialización en Café
Seccional Suroeste
Andes, Antioquia

2021

Tabla de contenido

LISTA DE FIGURAS.....	3
LISTA DE TABLAS.....	3
Resumen.....	8
INTRODUCCIÓN.....	9
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
2. JUSTIFICACIÓN	14
3. OBJETIVOS.....	15
3.1. General	15
3.2. Específicos.....	15
4. MARCO TEORICO	16
4.1. Cultivo de café en Colombia.....	16
4.2. La Calidad del café.....	16
4.3. La cosecha o recolección	20
4.4. Tipos de Beneficio Tradicional	21
4.5. Etapas del beneficio	22
4.6. Influencia del beneficio en la calidad del café	23
4.7. Sistemas alternativos en el beneficio del café	25
4.8. Sistemas de secado.....	26
5. GENERALIDADES DE LA CENTRAL DE BENEFICIO LA CHAPARRALA.....	28
6. CARACTERIZACION DE LAS ETAPAS DEL PROCESO DE BENEFICIO EN LA CENTRAL CHAPARRALA.....	31
6.1.1. Diagrama de flujo de proceso	34
6.1.2. Descripción etapa de recibo de café cereza en el beneficiadero	36
6.1.3. Descripción de la etapa de prelimpieza y clasificación de cerezas en el beneficiadero.....	37
6.1.4. Descripción de la etapa de clasificación de cerezas inmaduras y despulpado de cerezas maduras.....	38
6.1.5. Descripción de la etapa de fermentación	39
6.1.6. Descripción del proceso o flujo de granos de segunda calidad	41
6.1.7. Descripción de la etapa de lavado.....	43
6.1.8. Descripción del proceso de secado.....	44
6.1.9. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)	50
6.1.10. Validación y dimensionamiento de los equipos electromecánicos en la central de Beneficio la Chaparrala usando parámetros comunes en Colombia y publicados por la FNC. 52	
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61

7.1. Conclusiones.....	61
7.2. Recomendaciones.....	61
BIBLIOGRAFÍA	62

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA CENTRAL DE BENEFICIO LA CHAPARRALA.....	28
FIGURA 2. DIAGRAMA DE BLOQUES CENTRAL DE BENEFICIO LA CHAPARRALA.....	34
FIGURA 3. RECIBO DE CAFÉ CEREZA.....	36
FIGURA 4. EQUIPOS NRO 4 Y 5 PRELIMPIEZA Y CLASIFICACIÓN DE CAFÉ CEREZA.....	37
FIGURA 5. EQUIPOS NRO. 14 CLASIFICACIÓN DE CEREZAS INMADURAS Y DESPULPADO DE CEREZAS. MADURAS.....	38
FIGURA 6. TANQUES DE FERMENTACIÓN.....	40
FIGURA 7. EQUIPOS Nro. 25 LAVADORES O DESMUCILAGINADORES.....	43
FIGURA 8. EQUIPOS NROS. 31 AL 37, 33 AL 39, 36 AL 42. SISTEMA DE SECADO.....	45
FIGURA 9. EQUIPO NRO. 30 BANDA TRANSPORTADORA CON “TRIPPER”.....	46
FIGURA 10. SILO O DEPÓSITO DE CAFÉ PERGAMINO SECO Nro. 50	47
FIGURA 11. CALDERA	49
FIGURA 12. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	51
FIGURA 13. EQUIPO NRO.27 CENTRIFUGA TRANSPORTADORA DE CAFÉ.....	54
FIGURA 14. EQUIPOS NRO. 17, 18. CRIBAS ROTATIVAS PARA SEPARAR GRANOS POR TAMAÑO	56
FIGURA 15. EQUIPOS NRO. 2, 7 12, 18, 19,44, 52 ELEVADOR DE CANGILONES	56
FIGURA 16. EQUIPOS NRO. 1,6, 10, 13, 15,16, 19,20, 23, 23ª, 26, 54 TORNILLO TRANSPORTADOR HORIZONTAL	57
FIGURA 17. EQUIPOS NRO., 24 TORNILLO TRANSPORTADOR INCLINADO	58
FIGURA 18. EQUIPOS NRO. 29 Y 47 BANDA TRANSPORTADORA	58
FIGURA 19. EQUIPOS NRO. 09 45 Y 53 SILOS O DEPÓSITOS.....	59

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. EQUIPOS Y SISTEMAS DE TRANSPORTE UTILIZADOS EN LA CENTRAL DE BENEFICIO LA CHAPARRALA.	31
TABLA 2. FACTORES DE CONVERSIÓN PARA CALCULAR TRANSFORMACIONES ENTRE LOS DIFERENTES ESTADOS DEL CAFÉ. (33)	55

GLOSARIO

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

Arábica: Es la especie *Coffea arábica* L. que es el café más producido, 75% de la producción mundial. Da un café fino y aromático, y quiere clima más fresco. Se cultiva en zonas elevadas en países tropicales, entre 900 y 2000 msnm. Es originario de Etiopía.

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), 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 BABA: Cereza de café que ha sido “despulpado”.

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

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.

CAFÉ PASILLA: Las pasillas son los granos de café que presentan defectos, como brocados, vinagres, negros, partidos, astillados.

CAFÉ PERGAMINO SECO: Es el producto del beneficio del grano el cual se obtiene después de quitarle la cáscara y el mucílago, lavarlo y secarlo hasta una humedad del 12%. / Nombre del café que comercializa el caficultor al interior del país. El contenido de agua está entre 10-12%.

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

Commodity: Es un término que generalmente se refiere a bienes físicos que constituyen componentes básicos de productos más complejos, es un producto o bien por el que existe una demanda en el mercado y se comercian sin diferenciación cualitativa en operaciones de compra y venta (1).

Organización Internacional del Café (OIC): es la principal organización intergubernamental para el café, que reúne a los gobiernos exportadores e importadores para abordar los desafíos que enfrenta el sector cafetero mundial a través de la cooperación (2).

Specialty Coffee Association (SCA): La Asociación de Cafés Especiales es una organización sin fines de lucro basada en miembros que representa a miles de profesionales del café, desde productores hasta baristas en todo el mundo. Construidos sobre bases de apertura, inclusión y el poder del conocimiento compartido, fomentamos una comunidad cafetera global y apoyamos la actividad para hacer del café de especialidad una actividad próspera, equitativa y sostenible para toda la cadena de valor.

Desmucilagador: Equipo usado en el beneficio del café, por medio del cual se desprende el mucílago o baba del grano de café (3).

Demanda química de oxígeno (DQO): La Demanda química de oxígeno es un parámetro que determina la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia

orgánica en una muestra de agua, bajo condiciones específicas de agente oxidante, temperatura y tiempo (4).

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

DESPULPADO: Etapa del beneficio del café en la cual se separa los granos de café de la pulpa.

DESPULPADORA: Son máquinas con las cuales se realiza la separación de la pulpa. 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.

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

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.

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

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 mesocarpio¹. El mucílago debe ser removido para permitir un fácil secado y una buena conservación de la calidad del café.

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.

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.

Resumen

La Central de Beneficio la Chaparrala surge como un factor determinante en el camino de las reformas que el sector cafetero debe afrontar para seguir siendo competitivo. Empleando el uso de tecnologías para el mejor desempeño en sus diferentes etapas de procesamiento, garantizando la sostenibilidad ambiental social y económica de los caficultores asociados a la cooperativa de Caficultores de Andes. El presente estudio caracterizó los procesos que se dan al interior de la central verificando que los procesos ejecutados y la selección de equipos mecánicos empleados están acorde a la obtención de cafés diferenciados o de mayor calidad. Este trabajo tiene como finalidad proponer mejoras en los procesos al interior de la central y su impacto en la calidad del café procesado.

Palabras clave: Central de beneficio, sostenibilidad, competitividad, café especial.

Abstract: The Central de Beneficio la Chaparrala emerges as a determining factor in the path of reforms that the coffee sector must face in order to remain competitive. Employing the use of technologies for the best performance in its different stages of processing, guaranteeing the environmental, social and economic sustainability of the coffee growers associated with the Cooperativa de Caficultores de Andes. This study characterized the processes that take place inside the plant, verifying that the processes carried out and the selection of mechanical equipment used are consistent with obtaining differentiated or higher quality coffees. The purpose of this work is to propose improvements in the processes inside the plant and their impact on the quality of the processed coffee.

Keywords: Central of benefit, sustainability, competitiveness, specialty coffee.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el precio promedio anual del café en el mercado mundial ha aumentado y disminuido como un evidente indicador de la volatilidad del café. Esta situación ha incrementado el aumento permanente de los costos de producción, afectando especialmente los ingresos por exportaciones, haciendo muy vulnerables las economías de los países productores y las condiciones de vida de los caficultores que participan en la cadena.

Se estima según cifras de la Organización Internacional del Café (OIC) (5), que los países nórdicos son donde más se consume café en el mundo, en efecto, lo finlandeses consume un promedio de 12 kilos de café al año, seguido por los noruegos, cuyo consumo asciende a 9.9 kilos y los islandeses donde es de 9 kilos. Mientras en Latinoamérica, Brasil tiene el mayor consumo per cápita con 6.1 kilos, el consumo per cápita de café en Colombia es de solo 2,2 kg.

Si bien el café en general es considerado como un commodity, en los últimos años se ha identificado un nicho de mercado rentable, que demanda café de especialidad. Para acceder a este mercado, el café debe cumplir con los mayores estándares de calidad y tener organolépticamente un sabor particular, es decir, contar con características diferenciadoras; para lograr esto es necesario realizar un cambio sustancial en los procesos de transformación y comercialización del producto, lo que se traduce en una cadena integral que incluya un reconocimiento de marca y una denominación de origen que permite asociar la calidad del café con un territorio específico.

Cabe resaltar que los consumidores de café de especialidad están dispuestos a pagar un precio mayor ya que perciben las características particulares que posee dicho producto. Según la Specialty Coffee Association (SCA) (6) un café especial

solo puede definirse cuando todos los involucrados en la cadena de valor del café trabajan en armonía y mantienen un enfoque centrado en los estándares y la excelencia de principio a fin.

La creciente demanda de cafés de especialidad, la optimización en los procesos de producción, incentivaron en la caficultura la búsqueda de alternativas que permitan obtener cafés de calidad en grandes cantidades, en la última década, el mercado mundial del café ha venido cambiando, los consumidores han venido exigiendo: cafés de alta calidad y cafés que tengan ciertas particularidades a la hora de su producción como el cuidado del medio ambiente y disposición adecuada de los subproductos.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Colombia ocupa el tercer lugar en producción mundial de café, precedido por Brasil y Vietnam, con una producción que en el año 2019 alcanzó los 14,8 millones de sacos, este volumen de producción no se registraba desde hace más de 25 años. Según la Organización Internacional de Café (OIC) en su anuario 2017-2018 (2) la producción mundial alcanzó una cifra récord de 163,51 millones de sacos, un 4,8% más alta que la de 2016-2017. Sudamérica representó el 47% de la producción mundial, seguida de Asia y Oceanía con el 29%, América Central y México con el 13% y África con el 11%. Brasil, el mayor productor de café del mundo, aumentó su producción un 5,6% con 57,4 millones de sacos.

La producción de café en Colombia tiene un papel preponderante dentro del sector agrícola, representado el 18% de la actividad económica, lo que se traduce en un alto impacto social, logrando generar aproximadamente 730 mil empleos directos en el área rural del país y que 545 mil hogares dependan económicamente de la producción de esta materia prima. Por otro lado, al analizar el consumidor final del café colombiano, se evidencian características particulares y detalladas que permiten una adecuada segmentación de mercado, entre ellas se destaca el alto poder adquisitivo del consumidor que reside en países con alto ingreso per cápita y que está dispuesto a pagar un mayor precio por consumir un café suave y de alta calidad. En efecto, el 93% de la producción cafetera colombiana se exporta y sus principales compradores son: Estados Unidos (45%), Alemania (8%), Japón (8%), Canadá (8%) y Bélgica (5%) (4).

Al igual que muchos productos agrícolas, el mercado del café es propenso a los ciclos de “auge y caída” de los precios, en momentos de precios altos se incrementa el número de árboles plantados, y en consecuencia hay una mayor producción. Desde la década de los ochenta, y como consecuencia del inicio de la bolsa de café

de Nueva York, han sido los especuladores los que han propiciado un efecto significativo en la manipulación de los precios, manteniendo al margen de los consumidores la difícil situación actual de los caficultores, los cuales desconocen que el aumento del precio que están pagando por su café es asumido parcialmente por los productores (7). Según informe de la misión de estudios para la competitividad de la caficultura en Colombia(8), las tasas de crecimiento del consumo de cafés diferenciados son mucho mayores hoy en día que las establecidas para el café convencional. Para algunos cafés especiales las tasas de crecimiento anuales son de 2 dígitos, mientras que los tradicionales apenas se expanden al 2% anual (9). Los modelos de compra utilizados por los exportadores de café se basan en el castigo o mejoras en el precio, el cual es establecido según la cantidad de defectos físicos y sensoriales encontrados en los granos ya procesados. Un incremento en el número de defectos se traduce en pérdidas económicas que son asumidas por los productores y desaprovechamiento de las primas ofrecidas por los compradores. De hecho, durante el cultivo y el proceso de beneficio pueden del café pueden generarse unos 25 defectos, el 80% de los cuales son originados por el inadecuado beneficio o almacenamiento de los granos (10).

Los avances en investigación y desarrollo que la Industria del café en Colombia ha generado en los últimos 80 años, no han logrado soluciones definitivas a los problemas que enfrenta el sector, existe falta de control en el proceso de beneficio del café en las fincas, se requiere estandarizar las condiciones óptimas en los procesos de fermentación, lavado y secado, lo que al final de la cadena productiva arroja como resultado un producto defectuoso y con inconsistencias en la calidad, generando pérdidas económicas y creando barreras para acceder a mercados internacionales (11).

La caracterización del proceso productivo de las centrales de beneficio surge como un factor determinante en el camino de las reformas que el sector cafetero debe

afrontar para seguir siendo competitivo, a pesar de esta situación no hay un cambio sustancial en términos de la calidad obtenida de los cafés procesados en las plantas de procesamiento actuales, consideramos que la introducción de cambios en los factores que tradicionalmente la institucionalidad cafetera ha venido dictando para el procesamiento de café pueden significar una alternativa que marque la diferencia en términos de oferta, calidad y precio para la sostenibilidad de la caficultura en la región.

2. JUSTIFICACIÓN

Las nuevas tendencias hacia consumo de cafés especiales han incrementado las oportunidades de los productores para mejorar considerablemente el precio del producto, de hecho, los compradores de café de este tipo pagan primas basadas no solo en la sostenibilidad como requisito primordial sino en la posibilidad de tener un perfil de taza más atractivo, recibiendo ingresos adicionales por kg de café con respecto al precio del momento. Este incentivo es interesante para el gremio, no obstante, la producción de cafés especiales implica mejoras en el proceso actual del beneficio en la Central Chaparrala . Dichas mejoras deben ser implementadas en toda la cadena, desde la recolección pasando por la fermentación hasta el proceso de secado del pergamino. Cabe destacar que actualmente los recolectores de café son pagados según el peso de los granos recolectados; lo que implica en un modelo como este, menos rigurosidad de los recolectores a la hora de seleccionar únicamente granos maduros, ya que mientras más granos se recojan mayor será la remuneración económica. Probablemente es esta una de las razones por las cuales a los grandes productores o las cooperativas de caficultores se les hace difícil clasificar solo granos maduros, sin verdes y sin defectos físicos, los cuales en definitiva es un factor determinante a la hora de lograr una diferencia significativa en el precio del producto y en el sabor de la taza final. Las plantas de beneficio existentes en la región del suroeste antioqueño, no cuentan con procedimientos que puedan ayudar alcanzar los estándares que debe tener un café especial y que lleven a mejorar el precio.

Por las razones anteriormente descritas, se hace necesario estudiar y plantear soluciones a las dificultades propias de los procesos de industrialización de las plantas de beneficio del café, de tal forma que se puedan obtener volúmenes significativos de cafés diferenciados.

3. OBJETIVOS

3.1. General

- Describir las características técnicas de las etapas para el adecuado proceso de beneficio húmedo en una planta para la producción de café de especialidad en grandes volúmenes.

3.2. Específicos

- Estudiar las prácticas actuales del beneficio húmedo en la Central de Beneficio La Chaparrala.
- Plantear mejoras desde el punto de vista técnico y de procesos al beneficio, con el fin de mejorar los resultados de calidad en el café.

4. MARCO TEORICO

4.1. Cultivo de café en Colombia

El café (*Coffea arábica*) es un arbusto que se encuentra en las regiones tropicales del mundo, pertenece a la familia de las Rubiáceas y existen aproximadamente 500 géneros y 8.000 especies. Dentro de las plantas cultivadas por el hombre existen 10 especies comerciales y 50 especies silvestres, además en cada especie se tienen diferentes variedades de las cuales las principales en Colombia son: Típica, Borbón, Maragogipe, Tabi, Caturra, Colombia y Castillo. (12)

La producción de café Colombia cerró 2019 en 14,8 millones de sacos de 60 kilos, un 9 por ciento más que el cierre de 2018. Volumen de producción que no se registraba desde hace más de 25 años (16,1 millones de sacos en 1992). Este importante crecimiento es producto del estado actual de la caficultura colombiana que hoy cuenta con los mejores indicadores de su historia: variedades resistentes en el 83% de los cafetales, edad promedio de 6,6 años, densidad promedio de 5.243 árboles/ha. y productividad de 21,4 sacos/ha. En diciembre de 2019 la producción de café creció 31 por ciento pasando de 1,3 millones de sacos de café verde en 2018 a 1,7 millones de sacos. En lo corrido del año cafetero (octubre 2019 – diciembre 2019) la producción aumentó 24 por ciento y se ubicó en 4,6 millones de sacos en comparación con 3,7 millones de sacos producidos en igual lapso anterior (13).

4.2. La Calidad del café

Para algunos productos como el café, las características sensoriales son más importantes que su valor nutricional como parámetro de calidad. La apariencia, el color y el olor de los granos de café, así como las cualidades sensoriales de la bebida, hacen que el café colombiano sea reconocido y bien valorado a nivel mundial. La calidad depende de factores genéticos y se ve afectada por muchos

factores, como las condiciones de crecimiento, el clima, el suelo, los cuidados fitosanitarios y los hábitos agronómicos generales, así como la recolección selectiva en una mayor proporción de frutos maduros, el tipo de selección y control en el procesamiento, trilla, tostado y preparación de las bebidas. (14).

Una vez completado el proceso de secado, los granos de café pergamino obtenidas son de apariencia uniforme, con un olor fresco característico a café, amarillo claro y de 10% a 12% de humedad. El café de almendras de alta calidad es azul verdoso, uniforme y de apariencia saludable. (15). En el proceso de trilla y limpieza del grano se remueve el café pergamino y la película plateada que representan una pérdida, así como las impurezas en el grano. El porcentaje de pérdida varía del 17% al 20%, dependiendo de la humedad del grano. Los granos y tipos de café. Como estrategia de marketing que se lleva a cabo en Colombia a través de las cooperativas, se incentiva a los productores que venden café con un porcentaje mayor al 75% de almendras sanas (16).

En el proceso de trilla y limpieza del grano se retira el pergamino y la película plateada, la cual representa la merma, junto a las impurezas del grano, quienes representan un porcentaje que varía del 17 al 20%, la cual depende de la humedad del grano y la variedad de café. Como estrategia de comercialización en Colombia a través de las Cooperativas se bonifica a los productores que vendan café con 75% de almendra sana (16).

En el periodo del cultivo y los procesos de beneficio, almacenamiento y transporte del grano de café, por prácticas inadecuadas se pueden generar varios defectos que se detectan por su apariencia física y en la calidad de la bebida. Los defectos del grano de café almendra según la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNC) (16) establecidos en dos categorías son los siguientes:

Defectos del primer grupo: Negros llenos, parciales o secos, vinagres enteros o parciales, reposados amarillos o carmelitas y ámbar o mantequilla.

Defectos del segundo grupo: Flojo, cardenillo, decolorado (veteado y blanqueado), mordido o cortado, picado por insectos, sobre-secados o quemados, partido, malformado o deformado, inmaduro, aplastado flotador o balsudo y averanado o arrugado.

Las características organolépticas de la bebida de café que se evalúan, son las siguientes:

Fragancia y aroma: Los compuestos aromáticos que se incluyen en la fragancia percibida por el olor sobre el café tostado y molido, luego de preparar la infusión en agua caliente se denomina aroma de la bebida. Las intensidades y tipos de aromas indican la calidad y frescura del café, en caso particular para el café de Colombia tiene aromas intensos y agradables que están compuestos por numerosas sustancias volátiles, las cuales se juntan y producen las diferentes descripciones y categorías de este atributo tales como: tostado, dulce, caramelo, chocolate, herbal, floral, leguminoso, cereal y especias (16).

Sabor: Representa la principal propiedad del café, las notas de aroma y acidez del café aparecen como la primera impresión del sabor residual final. Combina todas las sensaciones gustativas (papilas gustativas) de la boca a la nariz y el aroma retro-nasal. La puntuación de sabor debe tener en cuenta la fuerza, la calidad y la complejidad de la combinación de sabor y aroma que se experimenta cuando el café se succiona vigorosamente en la boca para que toda la boca participe en la evaluación.(6).

Acidez: Cuando el café se aspira por primera vez en la boca, se puede experimentar y evaluar casi de inmediato. Generalmente se describe como "brillante" (cuando es favorable) o "amargo" (cuando es molesto) Debido a que es demasiado fuerte o dominante. (6). Esta sensación es característica del beneficio húmedo del café Arábica. La fuerza de la acidez puede cambiarse por la fermentación y el tostado. Se puede tornar picante, agrio, astringente debido a inadecuados métodos de cosecha, o beneficio del grano. (16).

Cuerpo: La calidad del cuerpo depende de la sensación en la boca provocado por la mayor o menor concentración en la bebida que se siente entre la lengua y el paladar (6). El contenido de solubles del café dependen de la composición química de los granos de café, el tipo de beneficio, el grado de tostado, el tipo de molienda, la preparación de la bebida, el tiempo de contacto entre el café y el agua, la temperatura y la calidad del agua. (16).

Balance: El complemento o contraste entre el sabor del café, el sabor residual, la acidez y el sabor se llama equilibrio. Si la muestra carece de aroma o sabor, o si alguno de estos aspectos es muy fuerte o desequilibrado, la calificación se reducirá considerablemente(6).

Dulzor: Se refiere a la plenitud del sabor agradable en las bebidas de café, y su percepción es el resultado de la presencia de azúcar, en contraste con la dulzura está el sabor agrio, astringente o "verde".(6). Esta es una característica del café Arábica, que aporta suavidad, mientras que el café Robusta es menos dulce. (16).

Taza limpia: Contempla que no hay impresión negativa en el primer sorbo y la percepción del sabor residual final, y define la "transparencia de la taza"; para evaluar este atributo, se debe tener presente el sabor relevante y el tiempo de la ingesta inicial de la bebida hasta la última deglución o escupida de la bebida (6).

Uniformidad: Esta es la consistencia de las diferentes tazas probadas. Al encontrar diferentes sabores, la calificación se verá afectada. (6).

Global (Puntaje del catador): Según las opiniones personales de los miembros del panel, este promedio refleja la puntuación general de la muestra en sí. El café, que es muy bueno en varios aspectos pero no es exacto, puntúa bajo; por el contrario, si la muestra cumple con una buena percepción general del panel y refleja la calidad del sabor original, será motivo de una alta valoración. (6).

Defectos: Son sabores desagradables y restan valor a la calidad del café. Se clasifica de dos formas: el sabor de intensidad percibido pero no muy fuerte y el sabor desagradable o el sabor desagradable encontrado con mayor intensidad, según sea el caso afectara proporcionalmente la calificación negativa de la muestra.(6)

4.3. La cosecha o recolección

Las condiciones climáticas en las regiones cafetaleras de Colombia son responsables de las diferentes etapas de maduración de la fruta en la cosecha. (17). La cosecha es una de las tareas más importantes para mantener la calidad del café colombiano, debido a la mano de obra requerida para recolectar la fruta madura, siendo esta la actividad más representativa en la estructura de costos de producción. (18).

La recolección regular de café se hace teniendo en cuenta el color externo de la fruta, que es un indicador de su madurez. Esta operación está muy relacionada con la cosecha anual, por lo que no se debe esperar ni postergar porque tiene el riesgo de una mala cosecha, afectando la calidad del producto y provocando pérdidas económicas a los cafetaleros. (19).

La cosecha de granos inmaduros y su beneficio generan granos negros y vinagres, lo que dará como resultado un mal sabor y aroma en la bebida. Un contenido mayor al 2.5% en peso de este tipo de frutos del total cosechado, disminuirá la calidad y rendimiento del café, se recomienda recolectar selectivamente solo frutos maduros varias veces, lo que aumenta los costos de producción. (20).

La cosecha manual es el proceso de separación selectiva de los granos de café maduros cuando la planta presenta frutos de diferentes estados de maduración, debido a la cosecha selectiva Colombia goza de una alta reputación internacional por su bebida de alta calidad. (18).

4.4. Tipos de Beneficio Tradicional

Existe una clasificación del proceso de beneficio húmedo del fruto de café en la que se enmarcan tres tipos: el beneficio convencional, beneficio ecológico y beneficio ecológico del café sin vertimientos, los cuales han sido adoptados en función de un uso responsable del agua y de los vertimientos. En el primero se resaltan algunas características importantes tales como, el alto consumo de agua, el incremento en la Demanda Química de Oxígeno (**DQO**) y la falta de disposición final de los subproductos. En la segundo, se destaca una disminución considerable del consumo de agua, debido a que el despulpado, la eliminación del mucílago, se realiza de forma mecánica, haciendo uso de desmucilagadores o tanques de fermentación, y a diferencia del proceso convencional se hace una disposición más adecuada de los subproductos, de tal forma que se reducen los residuos y su impacto en el medio ambiente. Finalmente, en el denominado beneficio ecológico del café sin vertimientos se reducen significativamente los vertimientos en el proceso, la federación nacional de cafeteros ha desarrollado en este sentido la Tecnología denominada Ecomill, la cual consiste en el transporte del café despulpado y de la pulpa mecánicamente, una fermentación de forma natural y deshidratación de los residuos los cuales pueden ser posteriormente usadas como abono (21).

4.5. Etapas del beneficio

El café sometido al proceso de beneficio húmedo como se ha describió antes, es también denominado café lavado, este proceso es usado para la obtención de un producto con calidad diferenciada en comparación con el café que se obtiene por vía seca, no obstante, dicha calidad puede verse afectada por malas prácticas en el beneficio, lo que lleva a la disminución del precio. El beneficio del café es organizado en una serie de etapas consecutivas como se describen a continuación: **(a)** la cosecha; cabe resaltar que para la obtención de cafés de buena calidad es importante recoger exclusivamente cereza madura, con la coloración características roja viva del exocarpio. **(b)** La segunda etapa consiste en el transporte de la fruta, seguida de la etapa de recibo **(c)**, en esta, se hace una identificación del lote con información relacionada con la finca de procedencia, además de un muestreo aleatorio y análisis, aquí se asignan calificaciones tales como de calidad excelente o calidad pobre. En una etapa subsecuente se hace una clasificación de la fruta **(d)**, en la cual se realiza la separación de los frutos defectuosos, es decir aquellos frutos inmaduros, secos o atacados por insectos. Posteriormente, se lleva a cabo la operación de despulpado **(e)**, en la que se retira el exocarpio del fruto, se lleva a cabo en una despulpadora dispuesta con un cilindro horizontal con una camisa exterior contra la cual los granos son sometidos a esfuerzo. Ya que la etapa de despulpado no es un proceso 100 % eficiente, es necesaria una etapa de clasificación del café pergamino húmedo **(f)**, en la que se separan café de tamaño pequeño, o café medio verde o reseco. En una séptima etapa se encuentra la remoción del mucílago **(7)**, el cual puede ser retirado por fermentación o mecánicamente, y cuya finalidad es ayudar en el proceso de secado del café pergamino. Seguida por una etapa de lavado **(g)**, y secado del pergamino húmedo **(h)**. En una etapa paralela se lleva a cabo tratamiento de las aguas residuales (21).

4.6. Influencia del beneficio en la calidad del café

Diversos estudios han demostrado que la calidad del café es influenciada de manera directa por las condiciones de beneficio en todas las etapas (despulpado, fermentación del mucílago, lavado, y secado del café pergamino húmedo) por lo tanto es necesario un estricto control.

El procesamiento húmedo del café es un proceso que consta de varias etapas. Para transformar el café cereza (CC) en café pergamino seco (CPS), Sebe tener la capacidad suficiente para manejar los granos en cada estado y los subproductos producidos en el proceso. (15).

Los granos cosechados deben clasificarse antes del despulpado para aislar los granos defectuosos e incluso estandarizar su tamaño. Entre los granos defectuosos se encuentran los inmaduros (verdes), demasiado maduros, secos o afectados por enfermedades o insectos. Cuando se separan los frutos pequeños, el proceso de despulpado y secado facilitará la uniformidad del tamaño de grano y se reducirán el daño mecánico, causado por la falta de mucilago en los frutos verdes y secos. (22). Por esta razón, es indispensable la presencia del mucilago en la fruta como lubricante para obtener un buen despulpado, ya que la despulpadora ejerce un esfuerzo de tensión y cizallamiento sobre los granos debido a la presión ejercida entre el cilindro y la pechera obligando a liberar los granos de su envoltura exterior. Después del despulpado, es necesario clasificar el café en baba (CB) en una zaranda o tamiz circular para remover los granos no despulpados de materias extrañas y frutos de menor diámetro, estos granos o pasillas separados son despulpados nuevamente en otras máquinas para extraer granos de café de buena calidad.

Cuando los granos recién despulpados son almacenados, comienza el proceso de fermentación del mucílago. Se producen diferentes procesos bioquímicos. Las

enzimas producidas por levaduras y bacterias se encuentran en estado de fermentación y degradan sus azúcares, lípidos, proteínas y ácidos. Convertirlo en alcoholes, ácidos, ésteres y cetonas. La aparición de estas sustancias cambia el olor, el color, el pH y la composición del mucilago y las características de los granos de café. (21).

El tipo de producto generado y la velocidad de procesamiento dependen de factores que afectan el metabolismo microbiano como lo son como la temperatura externa, tipo de sistema de fermentación, tiempo de procesamiento, la calidad del café en baba, la acidez del sustrato, el suministro de oxígeno y la higiene. (21). El proceso de fermentación tradicional es uno de los procesos más críticos en el beneficio húmedo, debido a que aumentará el riesgo de conservar la calidad del grano; se recomienda controlar el tiempo de procesamiento para evitar una fermentación excesiva o incompleta, que producirá aromas y sabores desagradables en el análisis sensorial de bebidas. (15).

Para la fermentación natural, los granos de café despulpados (café en baba) se depositan en tanques durante 12 a 18 horas. Durante el proceso, actúan enzimas, bacterias lácticas y levaduras del mucílago que transforman los compuestos pépticos y azúcares que lo componen, en ácidos y alcoholes, que son luego retirados en el lavado. En la fermentación, se hace crítico el tiempo de proceso, ya que por sobrefermentación se produce café con aroma y sabor a vinagre, piña madura, cebolla, rancio o stinker, dependiendo del tiempo en que los granos de café permanezcan sin lavar. El estudio demostró además que los defectos más graves ocasionados durante el secado se originan por el retardo en la iniciación de este proceso después del lavado, el amontonamiento de café pergamino húmedo, y destaca la importancia de este proceso para la conservación de la calidad microbiológica y sensorial del café. Se demostró que el inadecuado secado del café, producen efectos negativos en la calidad de la bebida, detectándose principalmente sabores a tierra y fermento, cuerpo sucio, amargo fuerte y acidez

baja en la bebida. El secado disminuye el contenido y la actividad del agua en el café. El punto de equilibrio corresponde a 12% de contenido de humedad; para café con humedad mayor a 13% (actividad de agua superior a 0,67) proliferan hongos que deterioran el producto (23).

4.7. Sistemas alternativos en el beneficio del café

Además de los sistemas tradicionales de fermentación en los últimos años se han desarrollado nuevas investigaciones en fermentación y secado donde se ha comprobado cómo, la extensión de la fermentación controlada a otras rutas no convencionales produce la modulación del aroma y el sabor del café de forma positiva, intensidades y frecuencias de los sabores especiales y de los compuestos químicos y volátiles presentes en el café.

4.7.1. Fermentaciones en Cereza: Consiste en depositar el café en un recipiente cerrado con control de oxígeno y temperatura el cual permite fijar el mucílago al pergamino ejerciendo cambios significativos en el color, olor, sabor y densidad del café en baba.

4.7.2. Fermentaciones sumergidas: El café recién despulpado se deposita en el tanque de fermentación, y luego se agrega una cierta cantidad de agua al material de café a fermentar, por lo que la composición química y microbiológica del sustrato cambiará. Los sistemas de fermentación sumergidos son más uniformes que los sistemas de sustrato sólido. Se recomienda utilizar un 30% de agua en fermentación sumergida. Se recomienda sellar el tapón del tanque de fermentación, agregando 30 litros de agua por cada 100 kg de café en baba. (11).

4.7.3. Fermentaciones cerradas o anaeróbicas. En las fermentaciones anaeróbicas, los fermentadores se tapan, lo cual favorece el crecimiento exponencial de estas bacterias y levaduras pero también el desarrollo

de fermentaciones mixtas, por las Enterobacteriaceae produciendo sabores desagradables sino se controlan y monitorean variables tales como tiempos y temperaturas.

4.8. Sistemas de secado

Una de las etapas de beneficio del café es el secado, en el secado se reduce la humedad del grano para evitar su deterioro y facilitar su comercialización, el café cereza en un estado de maduración óptima contiene aproximadamente un 67% de humedad, cuando ya se retira la pulpa y el mucílago empieza a ser crítico el control de esta humedad para evitar posibles deterioros, pues en ese momento el grano presenta entre un 52 y un 54% de humedad, para evitar que el grano se deteriore con facilidad se debe someter a secado hasta alcanzar una humedad alrededor del 10 al 12%, el proceso de secado del café se puede realizar utilizando diferentes métodos como el secado solar y el secado mecánico.

El secado solar es practicado desde el inicio de la caficultura y es la forma más económica de realizar el proceso de secado, en Colombia este tipo de secado es el más utilizado por los pequeños productores, para el secado solar se puede implementar una marquesina parabólica que cubra el café de la radiación directa, esta marquesina presenta una optimización del proceso en el tiempo del secado en comparación con el secado solar tradicional de carros (24) otro método utilizado en el secado solar es la implementación de paseras o camas, las cuales están instaladas debajo de una marquesina, pero en este caso el café no se encuentra en contacto con el suelo, evitando de este modo el contacto con polvo, basura y animales, el sobre estancamiento y el re humedecimiento del café (25).

El secado mecánico es el método de secado más recomendado para los grandes productores de café, debido a que en Colombia el periodo de cosecha generalmente se presenta en las temporadas de lluvias lo que convierte al secado solar en un tipo

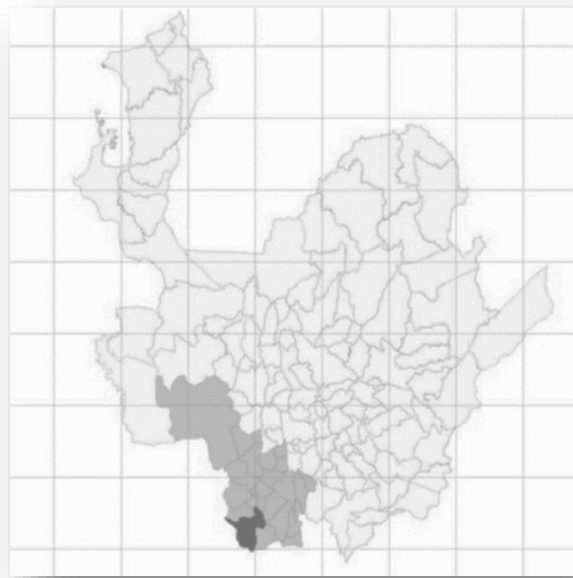
de secado ineficiente y poco práctico, en el secado mecánico se tienen diferentes tipos de equipos como, el secador estático sin cámara de presecado, el silo secador (cenicafé) y las guardiolas, en todos estos equipos el principio de funcionamiento es el mismo, el cual consta de un sistema que calienta el aire por medio de intercambiadores y luego se hace circular el aire caliente por los compartimentos donde se encuentra el café, generando el secado de los granos (26).

5. GENERALIDADES DE LA CENTRAL DE BENEFICIO LA CHAPARRALA

El Suroeste Antioqueño es una de las subregiones tradicionales cafeteras de Colombia, su desempeño económico depende en gran medida de la dinámica del café. Las nuevas exigencias del mercado y la búsqueda de mayor valor agregado para el café, ha llevado a incorporar los Cafés Especiales dentro de la oferta (27). En la cuenca del río San Juan se ubican los municipios que producen la mayor producción de café en el departamento de Antioquia, también podemos encontrar en esta región las centrales de beneficio que por su capacidad de procesamiento ya sea de carácter comunitario o privado son una alternativa para la consolidación de la industria cafetera en el país.

La Central de Beneficio está ubicada en el corregimiento La Chaparrala del Municipio de Andes, delimitado por la cuenca hidrográfica que abastece la quebrada que lleva su mismo nombre, tiene influencia en las 9 veredas que conforman el corregimiento La Chaparrala: Cascajero, el Cardal, el Chispero, el Líbano, la Piedra, la Unión, San Miguel, San Peruchito y San Perucho. En la zona se encuentran 343 asociados a la Cooperativa (pequeños y medianos caficultores) y 627 fincas entre asociados y no asociados. La zona abarca un área aproximada de 1.181 Hectáreas, donde hay una producción estimada anual de 1.680.000 kilos de pergamino seco.

Figura 1. Localización Geográfica Central de Beneficio La Chaparrala.



Importancia del agua en el beneficio de café la Chaparrala

La Central de Beneficio la Chaparrala, recibe la cereza, beneficia el café y efectúa todo el proceso de beneficio con tecnología de punta; hace el debido tratamiento de los residuos líquidos y sólidos, disminuyendo el impacto de cargas contaminantes en la fuente receptora, mejora el uso del recurso hídrico, ya que optimiza el consumo de agua por kilogramo de café pergamino seco procesado. Es de suma importancia estratégica de la conservación del recurso hídrico ya que está ubicada en la fuente hídrica que surte el acueducto de la cabecera urbana municipal de Andes.

Entre los propósitos principales que tuvo la cooperativa de Caficultores de Andes con la puesta en marcha de la Central de Beneficio la Chaparrala está el lograr el mayor impacto en términos de sostenibilidad en los siguientes aspectos:

Económico: Disminución en costos de beneficio húmedo para los productores en su finca, se otorgan primas por calidad, se disminuyen rechazos por calidad en beneficio húmedo, los productores no requieren realizar inversiones en construcción o mantenimiento de su beneficio húmedo y se estandarizan procesos de beneficio y de calidad.

Social: Mejora la calidad de vida de los caficultores quiénes no tienen que destinar el tiempo que antes destinaban al beneficio húmedo, se puede destinar mayor tiempo a labores que incrementen su productividad, hay disminución del trabajo de niños y jóvenes que apoyaban labores de beneficio húmedo y que puede ser destinado a la educación y se minimizan riesgos a nivel laboral, legal y ambiental para los asociados.

Ambiental: Se dejan de contaminar las microcuencas, en las cuales son vertidas las aguas de beneficio de las fincas sin ningún tratamiento, mientras en la Central de beneficio La Chaparrala, se garantiza el tratamiento del agua que es utilizada antes del vertimiento a la fuente hídrica más próxima.

Se presenta una disminución en las cantidades de agua utilizada para los procesos de beneficio húmedo, se disminuye el consumo de 40 litros de agua por kilo de café pergamino seco en un beneficio tradicional, a entre 4 y 6 litros por kilo de café pergamino seco.

Con grandes volúmenes de café disponibles para su beneficio, se garantizan los flujos constantes en los diferentes procesos, lo cual representa ahorros energéticos considerables frente a un beneficio tradicional.

6. CARACTERIZACION DE LAS ETAPAS DEL PROCESO DE BENEFICIO EN LA CENTRAL CHAPARRALA.

Diversos estudios han comprobado que la calidad del café es influenciada en un gran porcentaje de manera directa por las condiciones de beneficio en todas sus etapas (despulpado, fermentación del mucílago, lavado, y secado del café pergamino húmedo) por lo tanto es necesario un estricto control. Los grandes volúmenes de café procesados diariamente en la Central de Beneficio La Chaparrala suponen un reto adicional en los sistemas de transporte utilizados durante los diferentes estadios que presenta el grano durante su recorrido por la planta de beneficio.

Para una correcta comprensión de las diferentes etapas descritas en el desarrollo de este capítulo, se recomienda tener presente la información contenida en la Tabla 1. y la Lista de Figuras.

Tabla 1. Equipos y sistemas de transporte utilizados en la Central de beneficio la Chaparrala.

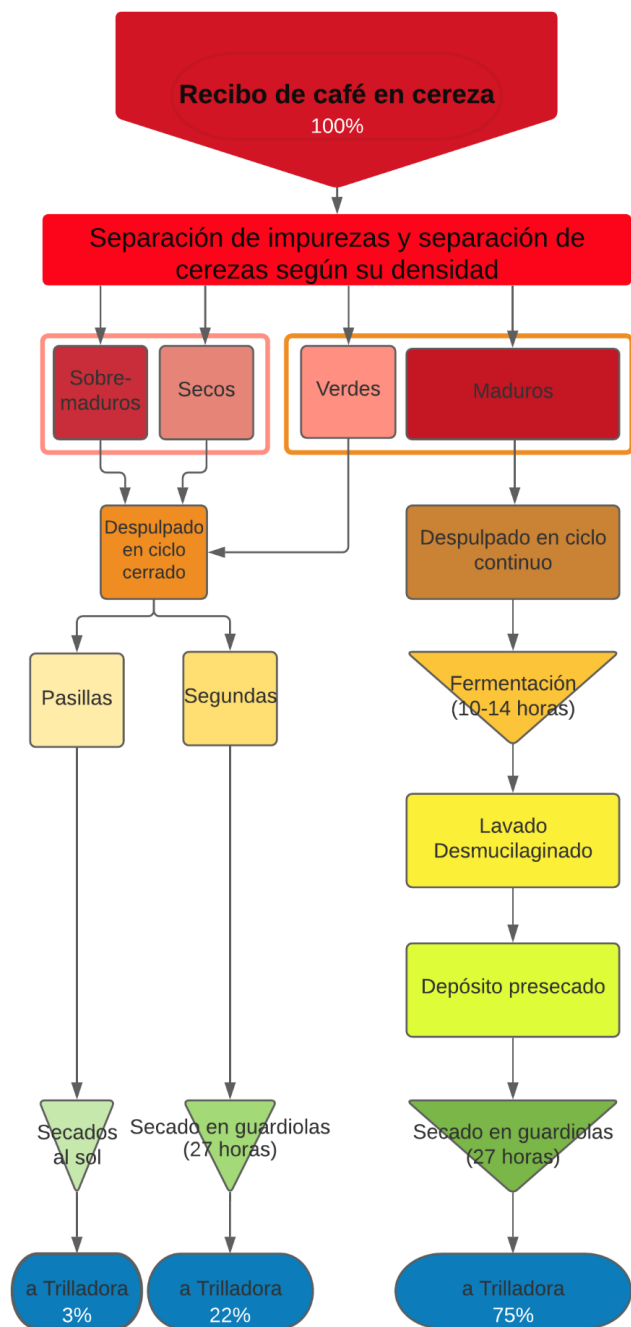
¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.		
ITEM	REF	DESCRIPCION
1		Tornillo transportador de cerezas
2	EVU15101X	Elevador de cangilones perforado, para transporte de cereza
3	ABC-30X	Aspirador de hojas OPCIONAL
4	LSC-30PX	Transportador Vibratorio
5	LSC-30PX	Lavadora separadora de café
6		Tornillo transportador de granos verdes o más densos
7	EVU7111X	Elevador de cerezas menos densas – sobremaduras, parcialmente secas y secas

8	DC-PBOIAX	CRIBA ROTATIVA para separar cerezas menos densas – sobremaduras, parcialmente secas y secas
8A		Plataforma para criba rotativa ø0,80x3,00m
9	TUX (98 M3)	Deposito con divisiones para pasillas segundas
10		Tornillo transportador 9" 5,5 cerezas más densas maduras e inmaduras
11		Tornillo transportador 9" 3,00m largo, cerezas más densas maduras e inmaduras
12	EVU12161X	Elevador cangilones perforado, para cerezas más densas – maduras e inmaduras
13		Tornillo transportador 12" 11,50m largo, 8 salidas y 1 salida final, colector
14	ECO-SUPERX	Despulpadora ecológica con separador de Verdes (partes en acero inoxidable)
15		Tornillo transportador 12" 10,50m largo, 1 salida, colector.
16		Tornillo transportador 12" 8,50m largo, 2 salidas cremallera., 1 salida final, colector.
17	DC-PVERDEX	Criba rotativa ø0,80x3.00m largo, incluye Tornillo transportador 6" 3,00m largo, 1 salida (invertido)
18	EVU7146X	Elevador 7" 14,60m alto, cangilones perforados,
19		Tornillo transportador 9" 4,50m largo, 1 salida cremallera, 1 salida final, colector
20		Tornillo transportador 9" 20,50m largo, 9 salidas cremallera, 1 salida final,
21	B30X	Tanque de fermentación 8,80m alto (pies 4,10m cuerpo 4,70m cónico 2,30) ø3,00m
21A	B33X	Tanque de fermentación 8,80m alto (pies 4,10m cuerpo 4,70m cónico 2,30) ø3,00m 3 Divisiones
22	B32X	Tanque de fermentación 8,80m alto (pies 4,10m cuerpo 4,70m cónico 2,30) ø3,00m 2 Divisiones
23		Tornillo transportador 9" 11,50m largo, 2 salidas cremallera, 1 salida final,
23A		Tornillo transportador 9" 9,00m largo, 2 salidas cremallera, 1 salida final,
24		Tornillo transportador 9" 2,00m largo, 1 salida final, colector.
25	DMPE-5X	Desmieladora multifuncional de acción lateral
26		Tornillo transportador 9" 8,00m largo, 2 salidas cremallera, 1 salida final
27		Centrifuga
28		Tolva metálica 0,80x0,80x4.70m alto, cuerpo 0,30m registro cremallera.

29		Transportador Rol. Incl. 12" 13,7m largo,
30		Transportador Rol. Incl. 12" 25,7m largo, tripper, moto reductor, freno
31	TSR-090180X	Deposito fijo para secadora, con 2 div.
32	VC-046X	Ventilador para aieración
33	SRE-090180X	Secadora rotativa Guardiola
34	VC-054X	Ventilador vc-054 invertido (3,00m tubería, curva larga) sin acople a radiador
35		Caballote metálico para soporte de la secadora 2,20x0,90x4,20 Caballote alto metálico para soporte de la secadora 1,60x0,50x4,20
36	TUX	Depurador estructura metálica rev.ch. 6,30x3,00x5,20m alto, cuerpo 0,50m cónico 2,50m 2 divisiones
36A	TUX	Depósito estructura metálica rev.ch. 6,30x3,00x5,20m alto, cuerpo 0,50m cónico 2,50m 3 lados, 2 divisiones
37	TSR-150X	Deposito fijo para secadora
38	VC-046X	Ventilador para aeración
39	SRE-150X	Secadora rotativa Guardiola
40	VC-077X	Ventilador vc-077 invertido (3,00m tubería, curva larga) sin acople a radiador
41		Caballote metálico para soporte de la secadora 1,60x0,50x4,20M Alto
42	TUX	Depurador estructura metálica rev.ch. 5,30x3,00x5,20m alto, cuerpo 0,50m cónico 2,20m
43		Rodillo Transportador Inclinado 12" 18,70m largo
44	ELSS10148X	Elevador 10" 14,80m alto
45		Rodillo Transportador Inclinado 12" 15,70m largo incl.
50	TUX (46 M3)	Depurador estructura metálica ch. 4,00x4,00x12,50m alto, cuerpo 6,00m cónico 2,00m 4 Divisiones
52	ELSS15191X	Elevador 15" 19,10m alto, 5,00m bajo el piso, con tolva especial
53	TUX (100 M3)	Depurador estructura metálica rev.ch. 4,00x4,00x10,50m alto, cuerpo 6,00m cónico 2,50m Cob.
54		Tornillo transportador 9" 6,00m largo con 1 salida incl.

6.1.1. Diagrama de flujo de proceso

Figura 2. Diagrama de Bloques Central de Beneficio La Chaparrala.



6.1.2. Descripción etapa de recibo de café cereza en el beneficiadero

El café cereza se recibe diariamente a los diferentes asociados que comprenden el radio de acción de la central de beneficio. Inicialmente se realiza una evaluación, la cual consiste en llevar a cabo un beneficio parcial de una muestra representativa del lote que se recibe, reemplazando la fermentación por el desmucilaginado mecánico, y reemplazando el secado al determinar el contenido de materia seca de la muestra de café lavado, con la aplicación de esta metodología es calculada el rendimiento de la muestra y el contenido de pasilla, para luego estimar el rendimiento real en café pergamino seco tipo Federación que será pagado al caficultor. (28)

Figura 3. Recibo de café Cereza.



El café cereza ya pesado, es vaciado a la tolva de recibo la cual posee 4 divisiones que sirven para separar eventualmente lotes de café puntuales y que podrán ser beneficiados de manera independiente según sus características o necesidades de la cooperativa.

6.1.3. Descripción de la etapa de prelimpieza y clasificación de cerezas en el beneficiadero.

Por medio del tornillo transportador al cual llegan las cerezas movidas por agua bajo un sistema de bombeo y recirculación permanente son depositadas gradualmente en el equipo transportador Nro. 01 o tornillo sin fin que además alimenta un elevador vertical de cangilones equipo Nro. 02, este último a su vez alimenta dos unidades denominadas lavador y separador de café cereza, equipos Nro 4 y 5 respectivamente, aquí se realiza una prelimpieza, y por diferencias de densidad se separan las impurezas de mayor y menor peso, así como las piedras más densas. Las cerezas más densas maduras e inmaduras salen por el flujo principal, en cuanto las cerezas menos densas – sobremaduras, parcialmente secas y secas – salen por el flujo de segundas. Investigaciones han demostrado que en las tazas provenientes de frutos sobremaduros se identifican defectos como sabores a fermento, además otros sabores y aromas extraños y contaminados debido a la presencia de frutos perforados por insectos y contaminados; mientras que en los frutos parcialmente secos y secos la bebida es calificada como dura, debido a que son materiales senescentes, con procesos fermentativos, además de mostrar una alta presencia de fruto perforados por insectos. (29)

Figura 4. Equipos Nro 4 y 5 Prelimpieza y clasificación de café cereza.



6.1.4. Descripción de la etapa de clasificación de cerezas inmaduras y despulpado de cerezas maduras.

Las cerezas clasificadas como maduras e inmaduras, correspondientes al flujo principal van al elevador de cangilones **Nro. 12**, el cual alimenta al tornillo sin fin **Nro. 13**, este a su vez alimenta seis de los ocho despulpadores equipo **Nro. 14**. El despulpador, tienen incorporado un sistema de separación de cerezas verdes, las cuales son almacenadas en el silo o deposito **Nro. 09** para ser procesadas más tarde en un ciclo cerrado. Mientras que las cerezas maduras continúan en el flujo principal entrando a la despulpadora vertical **Nro. 14**. La pulpa producida en la etapa de despulpado es transportada por el tornillo **Nro. 15**, que la descarga fuera de la bodega a un sitio denominado compostera. El flujo principal de café pergamino despulpado, baja al tornillo transportador **Nro. 16**, el cual alimenta a dos cribas rotativas **Nro. 17**, y cuya función es separar las cerezas no-despulpadas y parte de la pulpa.

Figura 5. Equipos Nro. 14 Clasificación de cerezas inmaduras y despulpado de cerezas. maduras.



Con relación a la calidad en taza, muchos estudios han determinado que la mejor bebida se obtiene de frutos maduros, mientras que los verdes deterioran la calidad debido a múltiples defectos como sabor y aroma a fermento y acre en la bebida (29). Para obtener bebidas de café de superior calidad es necesario realizar recolecciones selectivas de sólo frutos maduros, lo que implica varios pases y por tanto, mayores costos de producción. (20). Considerando la gran influencia en la calidad del café la presencia de granos inmaduros y el difícil control a los recolectores para obtener solo granos maduros, es de suma importancia la incorporación y mejora de los sistemas de selección de granos inmaduros al interior de la central, el actual sistema de clasificación de cerezas inmaduras incorporado en la central de presenta Chaparrala según observaciones realizadas presenta deficiencias en su manejo, estas se pueden estar presentando debido a una descalibración constante del sistema mecánico que requiere una inyección intermitente de agua la cual no se está dando, o a la falta de control y manejo por parte del operario encargado.

6.1.5. Descripción de la etapa de fermentación

En la central Chaparrala se utiliza el denominado sistema de fermentación en seco. Aquí el café despulpado se deposita en un tanque fermentador, no se hace adición de agua y se mantiene el desagüe del fermentador cerrado entre 14 y 18 horas, siendo este sistema según investigaciones de CENICAFE (2010) (30) el método que mejor influye en la calidad sensorial del café.

En el proceso de fermentación natural del café ocurren diferentes procesos bioquímicos, en los cuales, las enzimas producidas por levaduras y bacterias presentes en el mucilago fermentan y degradan sus azúcares, lípidos, proteínas y ácidos, y los convierten en alcoholes, ácidos, ésteres y cetonas. La formación de estas sustancias cambia el olor, el color, el pH y las propiedades del sustrato mucilago y la composición de los granos de café (11).

El pergamino o café en baba que sale de las cribas rotativas **Nro. 17** (flujo principal) baja al tornillo transportador **Nro. 20** que alimenta cada uno de los seis silos o tanques de fermentación en seco **Nro. 21** (una sola división) o **21A** (dos divisiones). Las cerezas no despulpadas van al silo **Nro. 09** juntamente con las cerezas inmaduras. Debido a la gran capacidad que contienen cada uno de los tanques de fermentación 35 m³/tanque, algunos de ellos fueron divididos con la intención de optimizar su uso depositando allí cantidades menores de café en baba que permitan hacer fermentaciones diferenciadas en volúmenes menores.

Figura 6. Tanques de fermentación.



En la actualidad la central Chaparrala realiza un solo tipo de fermentación estándar donde no se hace un seguimiento o registro de variables que afectan el metabolismo microbiano, como la temperatura externa, el tipo de sistema de fermentación, el tiempo de procesamiento, la calidad del café en el mucílago, la acidez, el sustrato, la disponibilidad de oxígeno y la higiene, factores con gran influencia en la calidad de la bebida y que representarían un alto potencial de aprovechamiento para obtener sabores y bebidas diferenciadas.

6.1.6. Descripción del proceso o flujo de granos de segunda calidad

Las cerezas sobremaduras, parcialmente secas y secas que flotan en el equipo lavador y separador de café cereza **Nro. 04/05** bajan al tornillo transportador **Nro. 06**, que a su vez las descarga en el pie del elevador vertical de cangilones **Nro. 07**, el cual alimenta la criba rotativa **Nro. 08**. En esta criba las cerezas son clasificadas según su diámetro, las de menor tamaño y más secas (pasillas) pasan por los

orificios de la criba y bajan al silo **Nro. 09** representando solo un 3% del total del café que ingresa a la central de beneficio; mientras que las cerezas de mayor tamaño y las sobremaduras despulpables, son retenidas por la criba y alimentadas por el elevador **Nro. 18** al tornillo transportador **Nro. 13**, este último alimenta a los despulpadores secundarios **Nro. 14**. Los cuales realizan el despulpado de las cerezas sobremaduras en paralelo a las cerezas maduras, que son procesadas en los seis despulpadores principales **Nro. 14**.

El pergamino del café sobremaduro baja al tornillo transportador **Nro. 19** que alimenta una de las dos divisiones del silo de fermentación en seco **Nro. 22**. La pulpa baja al tornillo transportador **Nro. 15** que la descarga fuera de la bodega en la compostera al igual que la pulpa proveniente del grupo de despulpadoras del flujo principal, las cerezas sobremaduras rechazadas por la separadora de verdes – “dura” y más seca – regresan a la base del elevador **Nro. 18**, el cual alimenta los dos despulpadores secundarios **Nro. 14** para ser repasadas en un ciclo cerrado.

El pergamino de café sobremaduro depositado en una de las divisiones del silo **Nro. 22** hace la misma secuencia de lavado y secado descrita para el pergamino de cereza madura o flujo principal. Ya el pergamino de cereza inmadura almacenado en una de las dos divisiones del silo **Nro. 22** no va a los desmucilaginosos. Él baja al tornillo transportador **Nro. 23** que lo alimenta al tornillo transportador inclinado **Nro. 24** que por su vez alimenta tal pergamino de cereza inmadura directamente al tornillo transportador **Nro. 26** sin pasar por los desmucilaginosos y entonces a la centrifuga **Nro.27** y a los secadores.

Actualmente los granos inmaduros no despulpados separados por la separadora de verdes del flujo principal regresan al pie del elevador **Nro. 18**, que los transporta a una de las dos divisiones del silo **Nro. 09**, aguardando para ser despulpados en un ciclo cerrado y en dos de los despulpadores secundarios **Nro. 14** que han sido ajustados para procesar este tipo de granos. En cuanto la pulpa baja al mismo tornillo transportador **Nro. 15** que la descarga fuera de la bodega, el pergamino de

las cerezas inmaduras baja al tornillo transportador **Nro. 19** que lo alimenta a una de las dos divisiones del silo **Nro. 22**, para finalmente ser transferidos directamente a los secadores mecánicos o guardiolas en el momento oportuno.

Los granos de segunda resultantes de este proceso no son sometidos al proceso de fermentación ni de lavado final y representan un 23% de los granos totales beneficiados.

6.1.7. Descripción de la etapa de lavado

Una vez los azúcares en el mucilago son hidrolizados en la fermentación, se procede al lavado del café, esta operación busca evitar manchas en el pergamino y la aparición de sabores no deseados o defectuosos (15). El café proveniente del flujo principal o proceso de selección y fermentación en seco de los silos **Nro. 21 y 21A**, es descargado por gravedad y llevado por los tornillos transportadores **Nro. 23 o 23A**, los cuales descargan el pergamino total o parcialmente fermentado a la batería de equipos lavadores o desmucilaginosos **Nro. 25**. El café que va a ser desmucilaginoso es ubicado en la tolva de alimentación y posteriormente entra en contacto con unas hélices ubicadas dentro del equipo. El peso del producto acumulado y la presión de la hélice generan un flujo ascendente, que crea fricción y lleva a la remoción del mucilago de la superficie de los granos. En el equipo es inyectado un flujo de agua que lava los granos, y dirige el mucilago para un embudo, y facilita el flujo del producto a través de la cámara de desmucilaginoso, hasta la centrifuga Nro. 27. Las aguas resultantes de este proceso son las que contienen mayor carga contaminante de todo el flujo del beneficio y son conducidas hacia la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

*Figura 7. Equipos **Nro. 25** lavadores o desmucilaginosos.*



6.1.8. Descripción del proceso de secado

El secado es considerado una de las etapas del beneficio del café en la cual se genera mayor cantidad de defectos en calidad física y en taza. De acuerdo con investigaciones realizadas, defectos como granos veteados y cristalizados se observan con mayor frecuencia cuando la temperatura del aire de secado es superior a 55°C (31). El cisco del café es una alternativa importante para el secado del café en Colombia, por su poder calorífico, facilidad de uso y relativo bajo costo. Por cada 100 kg de c.p.s. se obtienen 18 kg de cisco, el consumo promedio para secar una arroba de café pergamino seco es según Federación de Cafeteros de 4,4 kg/@ de c.p.s (31).

Guardiolas

Los secadores tipo guardiola constan básicamente de un tambor rotatorio cilíndrico montado sobre un eje hueco por donde circula aire caliente; que

posteriormente pasa al interior del tambor por medio de tubos radiales perforados. El tambor está dividido por tabiques longitudinales en cuatro compartimentos iguales, con ventanas para la carga y descarga del producto. En el interior del tambor se instalan alabes para mezclar continuamente la masa que se está secando. La superficie externa del tambor es perforada, con el fin de permitir la salida al aire desde el interior del equipo para evitar que el café se mantenga indefinidamente junto a los mismos. El tambor gira a 3 R.P.M.

La gran ventaja de este sistema de secado es la uniformidad en la humedad final que presenta el café obtenido de él, lo que se traduce en una muy buena calidad, ya que todos los granos recibían casi el mismo tratamiento térmico por el hecho de que se mueven continuamente durante todo el proceso de secado (32).

La humedad de entrada del café recién lavado es del 50%. La humedad de salida del café es del 11% (aprox. 27 horas de secado/bache)

En la central la Chaparrala opera dos tipos de guardiolas **Nros. 33 al 39**:

La primera, la **SRE150** (4 unidades), con capacidad para 15 m³, 1 intercambiador de calor y un ventilador de 230 m³/min y la **SRE090/180**, (3 unidades) con capacidad para 18 m³, repartidos en dos compartimientos de 9 m³/por unidad y un intercambiador por compartimiento con su respectivo ventilador de 160 m³/min.

El pergamino lavado proveniente del flujo principal desde la batería de desmucilaginosos **Nro. 25**, es descargado en el tornillo transportador **Nro. 26** que alimenta la centrifuga **Nro. 27**, el material centrifugado es elevado a las tolvas **Nro. 28, y** transportado por la banda **Nro. 29**. Este transportador descarga el pergamino seco en la banda transportadora **Nro. 30**, la cual posee un “tripper” o complemento que sirve para descargar el café en una de siete posiciones para alimentar cada uno de los siete silos de presecado **Nros. 31 al 37**.

Figura 8. Equipos Nros. 31 al 37, 33 al 39, 36 al 42. Sistema de secado



Los silos **Nros. 31 al 37** alimentan por gravedad a los respectivos secadores rotativos (Guardiolas) **Nros. 33 al 39**. Después de 27 horas de secado, el pergamino baja por gravedad a los silos de descarga **Nros.36 al 42** respectivamente. El café pergamino seco depositado en los silos de descarga **Nros. 36 al 42** baja a la banda transportadora **Nro. 47** que alimenta el elevador **Nro. 44**. Este último, alimenta el transportador de banda **Nro. 45**, que a su vez alimenta una de las cuatro divisiones (provistas para almacenar café de diferentes calidades) del silo o depósito de café pergamino seco **Nro. 50**, que finalmente sirve para la carga por gravedad del café pergamino seco a los camiones cuyo destino son la planta de trilla externa.

Figura 9. Equipo Nro. 30 Banda transportadora con “tripper”



Finalmente, las cerezas no despulpadas (parcialmente secas, secas y verdes muy duras o chicas) son transportadas directamente a un camión hasta los patios de secado externo o pasan del silo **Nro. 09**, a los secadores, por medio del tornillo transportador **Nro. 10**, que alimenta el elevador **Nro. 18** que a su vez carga directamente las centrifugas **Nro. 27** siguiendo después el mismo flujo a secadores y camión.

*Figura 10. Silo o depósito de café pergamino seco **Nro. 50***



El combustible utilizado para la generación de calor en el sistema de secado es cisco (cascarilla de café pergamino) proveniente de una trilladora de café propiedad de la misma cooperativa de caficultores. La alimentación del cisco se lleva cabo mediante el transporte por camiones, los cuales descargan el material en la tolva **Nr. 51**, que sirve como alimentación al elevador **Nr. 52**, que a su vez llena el silo **Nro. 53**, de donde se transporta por medio de un tornillo sin fin **Nro 54** al quemador de la caldera.

En las centrales de beneficio la capacidad máxima de secado es uno de los factores que determina de forma directa la máxima capacidad de despulpado y por consiguiente la capacidad máxima de recibo de café cereza, ya que un beneficio de café solo estará en capacidad de despulpar diariamente el café que estén en capacidad de secar, en este sentido la central de beneficio la chaparrala se

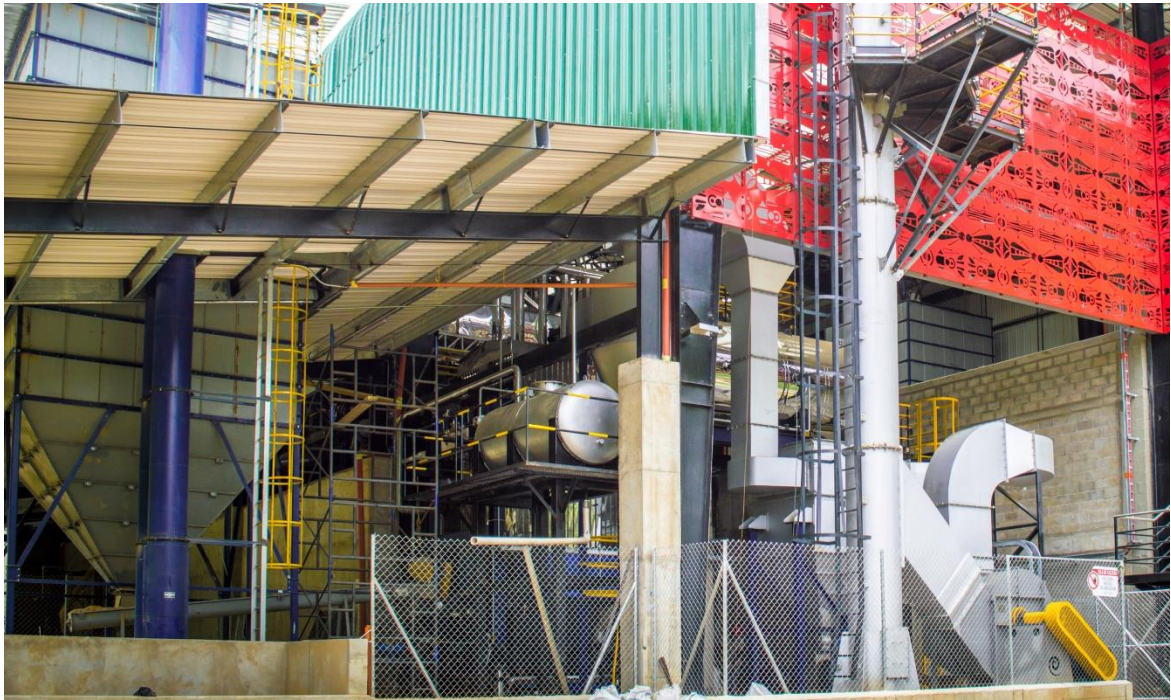
destaca por tener una capacidad de secado superior al día pico de cosecha registrado a la fecha, que ha sido de 170 t/día de café cereza, Para validar esta capacidad se han tenido en cuenta los siguientes factores: considerando 4 secadoras rotativas (Guardiolas) de 15 m³ y 3 de 18 m³, para recibir café pergamino seco de agua y un tiempo estimado de secado de 27 horas, podemos deducir que $(4 \text{ und} \times 15 \text{ m}^3 + 3 \text{ und} \times 18 \text{ m}^3) \times 390 \text{ kg/m}^3$ (densidad aparente del café pergamino seco seleccionado) = 44.46 t (Tonelada)/27horas, = 39.52 t/día x 4.94 (factor de conversión para llevar café pergamino a cereza)= 195.22 t de café cereza/día.

Caldera

Una caldera es una máquina térmica que está diseñada para generar vapor saturado. Éste vapor se genera a través de una transferencia de calor a presión constante, en la cual el fluido, originalmente en estado líquido, se calienta y cambia de estado llegando a un intercambiador por una red de tuberías por las que recircula vapor de agua. Este es el principio que se utiliza en la central Chaparrala para acondicionar el aire que será encargado de eliminar la humedad del café dentro de las secadoras.

Uno de los desarrollos a destacar en la Central Chaparrala es la incorporación al sistema de secado de una caldera que está al margen de las principales tendencias en torno a invenciones tecnológicas relacionadas con eficiencia en el diseño, eficiencia en procesos de combustión y tecnologías amigables con el ambiente, ya que es la única en su género que utiliza biomasa tipo cisco como combustible con una alta eficiencia en el proceso de combustión debido a la incorporación de un lecho fluido que aprovecha el combustible al máximo y minimiza las emisiones de material contaminante.

Figura 11. Caldera



Entre las ventajas que ofrece este equipo se encuentran controles de temperatura y flujos de aire más precisos lo cual permite un perfil de secado constante y homogéneo de principio a fin ajustándose en base a la disminución de humedad en el grano. Esta tecnología inyecta el aire caliente de manera indirecta a través de intercambiadores de calor minimizando los efectos nocivos a la calidad del grano al no haber contaminación del grano proveniente de los vapores generados por los combustibles, ni por el gran impacto térmico generado por las altas temperaturas a las que se exponen los granos en los sistemas tradicionales de generación de aire caliente.

6.1.9. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

La PTAR tiene una capacidad instalada de 250.000 l (Litros) de agua/día: En la actualidad el consumo de agua por kg de café pergamino seco beneficiado en la central es de 6.4 l/kg de café pergamino. Para la cosecha del año 2020 se registró un día pico de 170.000 kg de cereza equivalentes a 37400 kg de café pergamino

seco. Para un total de 239.000 l de agua utilizados. Este consumo de agua incluye el agua para el aseo diario de los equipos y limpieza general de la central.

Figura 12. Planta de Tratamiento de aguas residuales.



Descripción (PTAR)

El sistema consta de la combinación de diversos procesos.

- Tornillo prensa para separador los sólidos en suspensión.
- Homogenización, neutralización y ecualización de caudales: Dependiendo del momento en el que se da determinada actividad al interior de la central resultan aguas residuales con características variables que requieren ser homogenizadas con el objeto de entregar a la planta de tratamiento de aguas residuales, agua con características constantes y ajuste de ph de entrada al sistema.
- Sistema de flotación por aire disuelto (D.A.F): Es un sistema de separación forzada de grasas, aceites y material flotante, su sigla proviene de su nombre inglés “Dissolved Air Flotation”, que en español significa flotación por aire

Disuelto. Su principio fundamental es la mezcla presurizada de aire agua, para lograr la separación de la grasa contenida en las aguas residuales.

- Digestión biológica: En el cual un cultivo bacterial descompone mediante digestión los contaminantes, utilizándolos como alimento y fuente de energía requerida para la supervivencia y reproducción del cultivo bacterial. Este sistema está compuesto por un tanque de reacción en el cual las bacterias entran en contacto con los contaminantes y se presenta la biodegradación en presencia de aire suministrado por un aireador, Un tanque de sedimentación en el cual los lodos activos caen al fondo y una motobomba de recirculación de lodos los envía a la tubería de alimentación para entrar en contacto con el agua cruda.
- Separación fisicoquímica mediante sedimentación: En el cual los contaminantes remanentes del proceso de digestión biológica se separan del agua mediante la formación de flocs (coágulos) generados por la inyección de reactivos químicos en el agua y por la acción de fuerzas hidráulicas y de gravedad.
-

6.1.10. Validación y dimensionamiento de los equipos electromecánicos en la central de Beneficio la Chaparrala usando parámetros comunes en Colombia y publicados por la FNC.

Su producción para el año 2020 fue de 1.803.000 kg de café pergamino seco (8.909.000kg de café cereza), mientras que un beneficio tradicional consume 40 lt de agua/kg de café pergamino seco, la Central Chaparrala consume 6.4 lt de agua/kg de café pergamino seco, aplicando e uso de tecnología de bajo impacto ambiental para el lavado del café. Representando un ahorro de agua anual de 60.681.000 litros.

Para la evaluación del tamaño y la capacidad instalada en cada uno de los procesos de la Central de Beneficio la Chaparrala (9.000.000 de kg de cereza/año) se

contempló su capacidad considerando la semana pico (semana de máxima producción) una producción del 10% de la producción anual de los caficultores socios del proyecto, por lo tanto la producción máxima que puede alcanzar la central en una semana es de 900.000 de kg de cereza. Para la estimación solamente se tuvo en cuenta el cupo de producción de la zona de influencia de la Central.

La capacidad de despulpado día en la central Chaparrala es de hasta 6 und x 4.2 t/hora = 25.2 t/hora de cereza o 153 t/día de cereza, con seis horas de operación diarias.

Esto corresponde a $153\text{t/día de café cereza} \times 0,55$ (factor de conversión para calcular café en baba)(33) = 84.15 t de pergamino en baba por día.

Con una densidad aparente de 0,8 t /m³ de café en baba, se tiene un volumen de café pergamino con baba de $84.15 \times 0,8 = 67.32$ m³ de café a fermentar por día. Como el proyecto tiene 6 depósitos de cerca de 35 m³ ($6 \times 35 = 210\text{m}^3$), hay una gran capacidad de almacenamiento de café en baba de hasta 262 t de café baba, posibilitando esta mayor capacidad de almacenamiento, la aplicación de diferentes protocolos de fermentaciones que aumenten la oferta de perfiles diferenciados en taza.

Después de desmucilaginar según la capacidad de la batería de equipos de lavado 4.32t/hora) y pasar por la Centriflax (Ver Figura 9) el pergamino en baba pasará a seco de agua, con un peso de $84.15 \text{ t} \times 0,54$ (factor de conversión para obtener café seco de agua) (33)= 45.44 t de pergamino seco de agua por día a secar, o sea 45.44 Ton de café seco de agua x 0.68 (factor de conversión para obtener café pergamino seco) = 30.89 t de café pergamino seco/día x 4.94 (factor de conversión para obtener café en cereza)= 152.59 t de café cereza.

Figura 13. Equipo Nro.27 centrifuga transportadora de café



Tabla 2. Factores de conversión para calcular transformaciones entre los diferentes estados del café. (33)

Para convertir de	A	Uribe (1977)	Multiplique por	
			Presente estudio (2006) Café seleccionado	Café sin seleccionar
Cereza	Pergamino	0,22	0,20	0,20
	Baba	0,60	0,55	0,55
	Almendra	0,18	0,16	0,16
	Seco de agua	0,32	s.d	s.d
	Húmedo	0,41	0,39	0,41
	Pulpa fresca	0,40	0,43	0,43
	Pulpa mojada	0,48	s.d	s.d
Pergamino	Cereza	4,50	4,94	4,89
	Almendra	0,80	0,80	0,79
	Baba	2,71	2,74	2,71
	Húmedo	1,85	1,93	1,97
	Seco de agua	1,46	s.d	s.d
	Pulpa fresca	1,77	2,15	2,09
	Pulpa mojada	2,13	s.d	s.d
Baba	Pergamino	0,37	0,36	0,37
	Almendra	0,29	0,29	0,29
	Cereza	1,67	1,81	1,80
	Húmedo	0,95	0,71	0,73
	Seco de agua	0,54	s.d	s.d
Almendra	Pergamino	1,25	1,25	1,26
	Baba	3,39	3,43	3,44
	Cereza	5,56	6,23	6,23
	Húmedo	2,31	2,42	2,51
	Seco de agua	1,82	s.d	s.d
Húmedo*	Seco de agua	0,79	s.d	s.d
	Pergamino	0,54	0,51	0,50
	Cereza	2,43	2,56	2,46
	Baba	1,46	1,41	1,37
	Almendra	0,43	0,41	0,40
Seco de agua	Pergamino	0,68	s.d	s.d
	Cereza	3,09	s.d	s.d
	Húmedo	1,26	s.d	s.d
	Baba	1,84	s.d	s.d
	Almendra	0,54	s.d	s.d
Pulpa fresca	Cereza	2,40	2,30	2,33
	Pergamino	0,56	0,46	0,48
	Mojada	1,20	s.d	s.d
Pulpa mojada	Cereza	2,08	s.d	s.d
	Pergamino	0,47	s.d	s.d
	Fresca	0,83	s.d	s.d

Figura 14. Equipos Nro. 17, 18. Cribas Rotativas para separar granos por tamaño



Figura 15. Equipos Nro. 2, 7 12, 18, 19,44, 52 Elevador de cangilones



Figura 16. Equipos Nro. 1,6, 10, 13, 15,16, 19,20, 23, 23^a, 26, 54 Tornillo transportador horizontal



Figura 17. Equipos Nro., 24 tornillo transportador inclinado



Figura 18. Equipos Nro. 29 y 47 banda transportadora



Figura 19. Equipos Nro. 09 45 y 53 Silos o depósitos



7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

La central Chaparrala posee un sistema efectivo para procesar café en grandes volúmenes, obteniendo un mayor rendimiento en términos de tiempo de procesamiento, costos de energía, optimización de materias primas y beneficios económicos. En este sentido la Central Chaparrala produce café con unas características desde el punto de vista físico muy homogéneo, característica fundamental para los procesos siguientes en la cadena de suministro. No obstante y a pesar de contar con los equipos necesarios para lograrlo se queda resagada en la aplicación de protocolos y procesos que permitan obtener cafés diferenciados.

7.2. Recomendaciones

En épocas de no cosecha o travesía se deben implementar estrategias para captar un mayor mercado de asociados por fuera del rango de acción de la central, que contribuyan a un mayor uso de la capacidad instalada mejorando el flujo promedio anual de la central.

Implementar procesos de fermentación y secado que según diversos estudios contribuyen al mejoramiento de la calidad en taza, actualmente los procesos al interior de la central son estándares y no se realizan procesos alternativos para la obtención de cafés diferenciados. En las épocas donde la central no opere en su máxima capacidad se pueden implementar dichos procesos.

Propiciar el desarrollo de estudios o socios estratégicos para mejorar el aprovechamiento de residuos sólidos provenientes de la Central Chaparrala, en la actualidad la pulpa del café, los residuos sólidos resultantes en la planta de tratamiento de aguas residuales y las cenizas producto de la quema del cisco o

cascarilla del café, están siendo retirada de la central de beneficio y no se hace un aprovechamiento adecuado en su lugar de destino final.

En la actualidad el café pergamino seco proveniente de la central es evaluado en trilladora desde el punto de vista físico y en lo sensorial solo es verificada la ausencia de defectos para garantizar una taza limpia, se recomienda entonces implementar un pequeño laboratorio de muestras al interior de la central y tener una evaluación sensorial permanente del café allí procesado que permite la evaluación y mejora permanente de procesos encaminados a mejorar las calidades sensoriales en taza.

Los equipos de despulpado referencia ECOSUPER incorporan un sistema mecánico de separación de granos inmaduros antes de ser despulados, los cuales no están operando de manera adecuada presentando un funcionamiento discontinuo permitiendo el paso de granos verdes indeseados al flujo principal. Actualmente hay en el mercado sistemas electrónicos de separación de frutos inmaduros que pueden ser una alternativa más efectiva para la separación de frutos indeseados.

BIBLIOGRAFÍA

1. Fernández Sanjuan V, Pérez-Caballero Abad A, Luengas Rivero P, Magallón Grande X. Los commodities agrícolas y biocombustibles: Influencia en las Economías. 2012;72.
2. International Coffee Organization. Annual Review 2017/2018 (español). Anuario [Internet]. 2018;62. Disponible en: <http://www.ico.org/documents/cy2018-19/annual-review-2017-18-c.pdf>
3. Hernández Socas E. Guia ambiental Para el Cultivo del Café. La prefijación ablativa y su Represent semántico-conceptual. 2020;1-20.

4. Pardo Angel R. LISTA DE LABORATORIOS AMBIENTALES ACREDITADOS POR EL IDEAM- MATRIZ AGUA. 2016;(0176).
5. Rizzuto-Quintero ML, Rosales M. El mercado mundial del café: tendencias recientes, estructura y estrategias de competitividad. *Visión Gerenc.* 2014;(2):291-307.
6. SCA. SCAA Protocols Cupping Specialty Coffee. *Spec Coffee Assoc Am* [Internet]. 2015;1-10.
7. Varangis P, Siegel P, Lewin B, Giovannucci D. La crisis cafetalera: Efectos y estrategias para hacerle frente. *Región Centroam* [Internet]. 2003;63.
8. Echavarría JJ, Esguerra P, McAllister D, Robayo CF. Informe de la misión de estudios para la competitividad de la caficultura en Colombia. *Resum Ejec* [Internet]. 2015;122.
9. Echavarría JJ, Esguerra P, McAllister D, Robayo CF. Informe de la misión de estudios para la competitividad de la caficultura en Colombia. *Resumen ejecutivo.* 2015;122 Páginas.
10. Puerta QGI. Cómo garantizar la buena calidad de la bebida del café y evitar los defectos. *Cenicafé* [Internet]. 2001;AT284:8.
11. Puerta-Quintero GI. Fermentación controlada del café: Tecnología para agregar valor a la calidad. *Cenicafe Av Técnicos.* 2015;(454):12.
12. Federación Nacional de Cafeteros. Variedades de café sembradas en Colombia. *La Cart Cafe* [Internet]. 2002;1-22.
13. Federación nacional de cafeteros de Colombia. Precios, área y producción del café. 2020;203.
14. Gonzalo R-M, E O-TC, G. A. Beneficio Ecológico del Café. *Manizales;* 1999. p. 273.
15. Gast H. F, Benavides M. P, Sanz-Uribe JR, Herrera P. JC, Ramírez B. VH, Cristancho A. MA, et al. *Manual Del Cafetero Colombiano Tomo III.* 2013;354.
16. Gast-H. F, Benavides-M. P, Sanz-Uribe JR, Herrera-P. JC, Ramírez-B. VH, Cristancho-A. MA, et al. *Manual del cafetero colombiano 2013 Tomo II.* *Cenicafe* [Internet]. 2013;l:354.

17. Jaramillo-Robledo A. Clima Andino y Café en Colombia. 2005. p. 192.
18. Martínez-Recalde RA, Montoya-Restrepo EC, Vélez-Zape JC, Oliveros-Tascón CE. Estudio de tiempos y movimientos de la recolección manual del café en condiciones de alta pendiente. Cenicafé. 2005;56(1):50-66.
19. Alvarez-Tobón E, Alvarez-Mejía F, Oliveros-tascón CE, Montoya-Restrepo EC. Propiedades físico-mecánicas del fruto y del sistema fruto-pedúnculo del café variedad Colombia. Rev Fac Nac Agron Medellín. 1999;52(2):701-20.
20. Puerta-Quintero Gl. Influencia de los granos de café cosechados verdes, en la calidad física y organoléptica de la bebida. En Rev Cenicafé. 2000;51(2):136-50.
21. Rodríguez-Valencia N, Sanz-Uribe JR, Oliveros-Tascón CE, Ramírez-Gómez CA. Beneficio de café en Colombia. Avances Técnicos Cenicafé. 2015. 37 p.
22. Gast H. F, Benavides M. P, Sanz-Uribe JR, Herrera-P. JC, Ramirez-Gómez C, Cristancho A. MA, et al. Manual del cafetero colombiano Tomo I. Cenicafe. 2013;326.
23. Puerta G. Influencia del proceso de beneficio en la calidad del cafe. Cenicafe. 1999;50(1):78-88.
24. Ramirez-Gómez C, Oliveros-tascón CE, Roa-Mejía G. Construya El Secador Solar Parabólico. Cenicafe. 2002;305:1-8.
25. Zambrano D, López U, Rodríguez N, Ramírez C. Paseras solares de bajo costo para secar café. Av Técnicos 345 [Internet]. 2006;(5).
26. Roa-Mejía G, Oliveros-Tascón CE, Parra-Coronado A, Ramírez CA. El secado mecánico del café. Av Técnicos Cenicafé. 2000;8 p.
27. Yepes M. El papel de las políticas públicas y las estrategias sectoriales en la transición del café como commodity hacia cafés especiales (El Caso del Suroeste Antioqueño). 2018;171.
28. Centrales MC-. Calidad del café en cereza. 2017;92-5.
29. Marín López S, Arcilla Pulgarín J, Montoya Restrepo E, Oliveros Tascón C. Relación entre el estado de madurez del fruto del café y las características de beneficio rendimiento y calidad de la bebida. Cenicafé [Internet].

2003;54(4):297-315.

30. Peñuela-Martínez AE, Oliveros-Tascón CE, Sanz-Uribe JR. Remoción del mucílago de café a través de fermentación natural. *Cenicafé*. 2010;61(2):159-73.
31. Oliveros Tascón CE. Aprovechamiento eficiente de la energía en el secado mecánico del café. *Programa Investig Cient [Internet]*. 2009;(14):2.
32. Gutiérrez-Flórez JM, Copete-López H. Hacia la Mejora del Secado Mecánico del Café en Colombia. *TecnoLógicas*. 2009;(23):109.
33. Montilla J, Arcila J, Aristizábal M, Montoya E, Puerta G, Oliveros C, et al. Propiedades físicas y factores de conversión del café en el proceso de beneficio. *Av Técnicos Cenicafé*. 2008;370:1-8.