

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO CONOCIDO COMO “BENEFICIO HUMEDO Y SECO” EN LA INDUSTRIA DE CAFÉ. CASO: FINCA “VILLA ILMA MARIA” EN EL MUNICIPIO DE TOLEDO, NORTE DE SANTANDER.

JESÚS MANTILLA DUARTE

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE EDUCACIÓN PERMANENTE Y AVANZADA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE EMPRESAS
BOGOTÁ D.C.
2019**

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO CONOCIDO COMO “BENEFICIO HUMEDO Y SECO” EN LA INDUSTRIA DE CAFÉ. CASO: FINCA “VILLA ILMA MARIA” EN EL MUNICIPIO DE TOLEDO, NORTE DE SANTANDER.

JESÚS MANTILLA DUARTE

Monografía para optar por el título de Especialista en Gerencia de Empresas.

**Orientador (a):
Rafael Vargas Barrera
Máster en finanzas**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE EDUCACIÓN PERMANENTE Y AVANZADA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE EMPRESAS
BOGOTÁ D.C.
2019**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del Director de la Especialización

Firma del Calificador

Bogotá, D.C., Febrero de 2019

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Jaime Posada Díaz

Vicerrectora Académica y de Posgrado

Dra. Ana Josefa Herrera Vargas

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos.

Dr. Luis Jaime Posada García Peña

Decano Facultad de Educación Permanente y Avanzada

Dr. Luis Fernando Romero Suárez

Director Especialización en Gerencia de Empresas

Dr. Luis Fernando Romero Suárez

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documentos. Estos corresponden únicamente a los autores.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo antes que nada a DIOS, quien siempre me ha guiado, y me ha permitido cumplir todas mis metas y sueños. A mis padres, mis hermanos y mi tía Ana María que me brindan su apoyo y su amor incondicional. Finalmente a mi nona Teo y mi nono Domingo de quienes recibí valiosas enseñanzas de vida y que desde el cielo siempre han guiado mis pasos.

AGRADECIMIENTOS

A mi padre Jesús Mantilla Mariño, propietario de la finca “Villa Ilma María”, quien estuvo al tanto del proyecto y me facilitó la información necesaria para el desarrollo del presente trabajo.

Finalmente quiero agradecer de manera muy especial a María Mónica Traslaviña, quien me apoyó y colaboró de manera incondicional en la elaboración de este proyecto.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	19
JUSTIFICACION	21
OBJETIVOS	22
1. MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL	23
1.1 GENERALIDADES DEL CAFÉ	23
1.2 COMPORTAMIENTO DE LA INDUSTRIA DE CAFÉ EN COLOMBIA.	27
1.2.1 Producción	27
1.2.2 Exportaciones	29
1.2.3 Consumo y comportamiento del precio interno.	31
1.3 COMPORTAMIENTO DE LA INDUSTRIA DEL CAFÉ EN NORTE DE SANTANDER.	33
1.4 PROCESO PARA LA PRODUCCION DE CAFÉ.	36
1.4.1 Procesos pre-cosecha.	36
1.4.2 Procesos post-cosecha.	42
1.5 PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA FINCA VILLA ILMA MARÍA	52
1.6 OPTIMIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL PROCESO CONOCIDO COMO “BENEFICIO HUMEDO Y SECO” EN LA INDUSTRIA DE CAFÉ	53
1.6.1 Tolva seca para recibo de café	56
1.6.2 Separador Hidráulico de Tolva y Tornillo Sinfín (SHTTS)	56
1.6.3 Despulpadora de café	58
1.6.4 Tecnología ECOMILL® para el lavado de café	59
1.6.5 Infraestructura para el manejo de subproductos	61
1.6.6 Horno secador de café	61
2. CONCLUSIONES	65
3. RECOMENDACIONES	66
BIBLIOGRAFIA	67

LISTA DE GRÁFICOS

	pág.
Gráfico 1. Mapa de cosechas de Colombia.	26
Gráfico 2. Volumen y valor de las exportaciones de café de Colombia 2013-2017.	30
Gráfico 3. Comportamiento del precio interno del café.	32
Gráfico 4. Proceso de recolección manual de café en Colombia.	45

LISTA DE IMÁGENES

	pág.
Imagen 1. Germinador de café.	37
Imagen 2. Almácigo de café.	39
Imagen 3. Cosecha manual de café.	44
Imagen 4. Tolva húmeda para el recibo de café.	46
Imagen 5. Tolva seca para el recibo de café.	47
Imagen 6. Despulpadora de cilindro horizontal.	48
Imagen 7. Infraestructura para el proceso conocido como “beneficio húmedo y seco” en la industria de café	54
Imagen 8. Esquema de funcionamiento del SHTTS.	57
Imagen 9. Despulpadora de eje horizontal con zaranda rotatoria cilíndrica con varillas.	59
Imagen 10. Tecnología ECOMILL® desarrollada en Cenicafé.	60
Imagen 11. Esquema de funcionamiento de un secador de 3 cámaras fijas, con inversión de aire en la cámara inferior	63
Imagen 12. Horno con intercambiador de calor y alimentación por gravedad de cascarilla de café.	64

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Balance Cafetero- Colombia. 2014-2017. Millones de sacos de 60 kg.	29
Tabla 2. Exportaciones colombianas según destino 2015-2017. Millones de sacos de 60 kg.	31
Tabla 3. Porcentaje área en café y producción promedio por municipio de Norte de Santander.	35
Tabla 4. Consumo específico de agua y contaminación de las tecnologías usadas para el lavado de café en Colombia.	50
Tabla 5. Densidad del café.	54
Tabla 6. Factores de conversión para realizar transformaciones entre los estados del grano de café.	55

GLOSARIO

ALMÁCIGO: lugar en donde se siembran las chapolas provenientes del germinador, en bolsas, agrupadas en eras y expuestas parcialmente al sol, hasta cuando adquieren el desarrollo suficiente para su trasplante definitivo al campo.

ARÁBICO LAVADO: palabra que expresa la variedad del café Arábica. También es el nombre que en algunas zonas del país se le da al café Pergamino.

ARVENSES: especies vegetales que conviven con los cultivos. Gran proporción de estas plantas interfieren con las especies plantadas afectando los rendimientos. Sin embargo otro número considerable de ellas posee características que las distinguen como especies útiles, ya que conservan los suelos y no desarrollan profusamente su follaje y su sistema radical.

BENEFICIADERO ECOLÓGICO O BECOLSUB: operaciones que se realizan para transformar el café cereza en pergamino seco, conservando la calidad del café, cumpliendo con las normas de comercialización, evitando pérdidas de café y eliminando procesos innecesarios, aprovechando los subproductos del grano, consiguiendo el mayor ingreso económico al caficultor y minimizando la contaminación del ambiente.

BENEFICIO DEL CAFÉ: conjunto de operaciones realizadas para transformar el café cereza en pergamino seco.

BENEFICIO HÚMEDO: se realiza mediante la utilización de agua. Comprende el despulpado, desmucilaginado o la fermentación y el lavado. Por esta vía se obtienen los llamados cafés lavados, finos o suaves.

BENEFICIO SECO: son las operaciones de transformación de café cereza en café pergamino seco que se realizan sin la utilización de agua.

BROCA DEL CAFÉ: este insecto del grano del café es cilíndrico, de color negro y de una longitud de 1.50 mm aproximadamente. Las hembras ponen los huevos en el interior de los propios frutos en donde se desenvolverán. Las posturas son de 12 a 33 huevos, que necesitan entre 3 y 14 días para su eclosión, según sea la temperatura y la humedad. Las larvas, que son blancas, necesitan entre 28 y 50 días para trocarse en ninfas. Durante ese período se alimentan de preferencia de la semilla verde y tierna del café.

CAFÉ ARÁBICA: la arábica es una de las especies la más antigua. A este tipo de café le gusta un clima tropical (temperatura óptima entre 17 y 23 grados C; controlada por la altitud). Tiene un sabor más delicado y aroma más intenso.

CAFÉ ARÁBICO SUAVE: es 100% cosechado selectivamente, se utilizan procesos artesanales intensivos en mano de obra para su selección, se produce en una topografía generalmente montañosa, con suelos primordialmente de origen volcánico. El color de un Café Suave es uniforme y brillante, y sus características organolépticas reflejan los factores naturales y humanos involucrados en su proceso de producción.

CAFÉ BORBÓN: es variedad Bourbon es una mutación natural de variedades que fueron surgiendo de la primigenia especie, Coffeea Arábica. La variedad Bourbon, surgió en la Isla de Bourbon, a donde fueron a parar los primeros cafetos que le fueron obsequiados al monarca francés, Luis XIV.

CAFÉ CASTILLO: la variedad Castillo es una variedad de café de porte bajo cultivado en Colombia, compuesta por la mezcla de líneas avanzadas, con alta producción resistencia a la roya y tamaño de grano grande. La variedad Castillo, se obtuvo a partir del cruzamiento de la variedad Caturra x Híbrido de Timor.

CAFÉ CATURRA: la variedad Caturra es una variedad de café cultivada en Colombia que tiene los cogollos de color verde más claro que el resto de las hojas. Las hojas son más redondas que las de Borbón. Un árbol produce menos que Borbón y más que Típica. Se comporta muy bien en toda la zona cafetera. Es susceptible a la roya.

CAFÉ CEREZA: es el fruto del arbusto de café –cafeto-, que como tal se recoge en las fincas, en las épocas de cosecha, en las zonas cafeteras y luego se somete a un proceso de adecuación para que pueda ser comercializado (beneficio húmedo), el cual se realiza en la misma finca cafetera.

CAFÉ CERTIFICADO 4C: certificación que se creó para consolidarse como la más sólida en el ámbito de la sostenibilidad. Fomenta el desarrollo económico, social y medioambiental de toda la cadena de valor y está dirigido al mercado de gran consumo, con el objeto de abarcar al sector cafetero al completo. Este programa excluye las peores prácticas y fomenta la sostenibilidad de la producción.

CAFÉ CERTIFICADO RAINFOREST ALLIANCE: la Red de Agricultura Sostenible (RAS) Red de Agricultura Sostenible, es una coalición de organizaciones conservacionistas independientes, sin ánimo de lucro, que fomenta la sostenibilidad socioambiental de actividades agrícolas mediante el desarrollo de estándares y la certificación de fincas que cumplan con ellos.

CAFÉ DESPULPADO: café procesado por la vía húmeda o sea al que se le ha quitado la pulpa para entrar al proceso de fermentación antes de ser lavado.

CAFÉ ESPECIAL: en Colombia son aquellos valorados por los consumidores por sus atributos consistentes, verificables y sostenibles y por los cuales están dispuestos a pagar precios superiores que se traducen en un mayor bienestar de los productores.

CAFÉ EXCELSO: calidad de café almendra, es aquella almendra producto de un esmerado esfuerzo de selección (muy bien clasificada) en todos sus atributos físicos y sensoriales. Esta selección se realiza en las trilladoras de café.

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%.

CAFÉ SOLUBLE: el café soluble o instantáneo es el polvo o granulado que queda luego de que al extracto de café se le ha retirado el agua, es estable y puede mantener su calidad durante muchos meses e incluso años pues es menos vulnerable a procesos de oxidación.

CAFÉ SOSTENIBLE: a esta categoría pertenecen los “Cafés de Conservación”, los de “Comercio Justo” y los cafés con “Certificado Orgánico”.

CAFÉ SUAVE: cafés de tipo arábigos que se caracterizan por producir una bebida suave de acidez y aroma pronunciados y amargo moderado.

CAFÉ TÍPICA: la variedad Típica es una variedad cultivada en Colombia que tiene las hojas nuevas o cogollo de color bronceado o rojizo, son de forma alargada. También se le llama arábigo, pajarito o nacional. Tiene mayor porcentaje de granos grandes que las variedades Caturra y Borbón.

CAFÉ ALMENDRA: palabra que significa café listo para ser tostado.

CAFÉ VERDE: conocido también como “café oro”, “semilla” o “almendra”. Se obtiene después de la remoción del pergamino como resultado del proceso de trilla. El café verde es el insumo básico para la elaboración del café tostado, el soluble y los extractos de café, y es la forma más común en la que es exportado a otros países.

CENICAFÉ: centro Nacional de Investigación del Café: Situado en Chinchiná-Caldas. En 1938, la Federación de Cafeteros creó el Centro Nacional de Investigaciones de Café –Cenicafé–, con el objeto de estudiar los aspectos relacionados con la producción y la calidad del café, las plagas y las

enfermedades, y la conservación de los recursos naturales de la zona cafetera colombiana.

<http://www.cenicafe.org>

CEREZA: palabra usada para designar el café maduro antes de ser lavado o secado. Este nombre se debe al parecido que el café en esta condición tiene con la fruta llamada cereza.

CERTIFICACIÓN UTZ: el Certificado UTZ es el mayor programa para el cultivo sostenible de café y cacao en el mundo. El programa Certificado UTZ cubre buenas prácticas agrícolas, gestión de las explotaciones, las condiciones sociales y de vida, y el medio ambiente.

CHAPOLA: plántula de café que ha emitido el primer par de hojas primarias.

CONTRATO “C” O NYKC: abarca el café arábica suave y permite las entregas de café de 19 países productores. Algunos de estos cafés se negocian al precio de base mientras que otros se negocian con diferenciales superiores o inferiores al precio de base.

CPS: café pergamino seco.

DESMUCILAGINADOR: es un equipo utilizado en el beneficio del café, por medio del cual se le desprende el mucílago, se lava y se clasifica el grano de café.

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

ERODABILIDAD: es un índice que indica la vulnerabilidad o susceptibilidad a la erosión y que depende de las propiedades intrínsecas de cada suelo.

GERMINADOR: dispositivos de regulación de la temperatura, la humedad, etc., en la que se consigue la germinación de las semillas en condiciones óptimas.

HERBICIDAS: producto químico que impide el desarrollo de las hierbas en los cultivos.

LOMBRICOMPUESTO: es un abono natural muy rico en nutrientes que es obtenido con la ayuda de la lombriz roja californiana, a partir de restos bien húmedos y en descomposición. El producto del proceso digestión de la lombriz californiana se denomina lombricompost.

MICROCUENCA: las microcuencas son unidades geográficas que se apoyan principalmente en el concepto hidrológico de división del suelo. Los procesos asociados al recurso agua tales como escorrentía, calidad, erosión hídrica,

producción de sedimentos, etc., normalmente se analizan sobre esas unidades geográficas.

MUCILAGO: el mucílago es una sustancia vegetal viscosa, coagulable al alcohol. También es una solución acuosa espesa de una goma o dextrina utilizada para suspender sustancias insolubles y para aumentar la viscosidad.

PLANTULA: embrión ya desarrollado como consecuencia de la germinación.

RENOVACIÓN: es la labor que permite en el cultivo del café mantener una población joven y productiva. Se aconseja establecer un plan anual, mediante el cual se renueva la quinta parte de la finca. El sistema más económico es la renovación por zoca.

ROYA: enfermedad del café causada por el hongo *Hemileia vastatrix*. Las pústulas color ladrillo ubicadas en el envés de las hojas del café son su más típica sintomatología. La roya llegó a Colombia en 1983.

SUSTRATO: medio sobre el que crece un organismo.

TOLVA: se denomina tolva a un dispositivo similar a un embudo de gran tamaño destinado al depósito y canalización de materiales granulares o pulverizados, entre otros.

RESUMEN

El café es el tercer producto de exportación en Colombia que genera el 22% del PIB agrícola nacional con una alta dependencia regional, como lo afirma Jorge Cárdenas en “La industria del café en Colombia”. Así mismo el café es la principal fuente de empleo en Colombia, generando más de 800 mil empleos directos permanentes, que equivale al 40% del empleo agropecuario del país, de ahí que este proyecto tiene como objetivo proponer herramientas para mejorar la productividad y, el aprovechamiento de los residuos orgánicos que resulten del proceso de beneficio; así mismo, se pretende que los caficultores del municipio adopten este modelo e implementen mejoras a la infraestructura de los procesos de beneficiaderos del café, además que manejen buenas prácticas que contribuyan con el desarrollo de los cultivos, su producción y la economía cafetera del municipio.

En el contexto regional se afirma que el sabor y aroma del café de Norte de Santander, ha recuperado su posición como uno de los mejores del país, sus suelos le otorgan unas características especiales en su variedad de sabor en taza ratificando así su gran aptitud. El Departamento está comprendido por 40 municipios de los cuales 36 registran producción cafetera, y participa con un 2.63% de la producción nacional de café, según afirma la Federación Nacional de Cafeteros.

El propósito del presente trabajo es llevar a cabo un estudio para la optimización de la infraestructura de un beneficiadero de café, que consiste en una serie de procesos operacionales que transformen los frutos de café cereza en café pergamino seco, que cumpla con los estándares de calidad necesarios para efectuar unas buenas prácticas operacionales en la finca “Villa Ilma María” en el municipio de Toledo, Norte de Santander.

Los procesos para la producción de café varían según la región donde es cultivada la semilla y generalmente los procesos que se realizan están divididos en la fase de la pre-cosecha y la post-cosecha, donde en esta última se realiza el recibo hasta el manejo de sub productos pasando por clasificación, despulpado, lavado y secado. Esta optimización de la infraestructura para el proceso de post cosecha será realizado para un pico de producción de 12.500 kg de café pergamino seco. Este proyecto beneficiará a la comunidad de productores de café contribuyendo en sus cultivos y economía con el fin de mejorar la calidad de vida laboral de los caficultores de la región.

Palabras claves: Arábica lavado, beneficiadero, beneficio húmedo y seco, café pergamino.

ABSTRACT

Coffee is the 3 export product in Colombia that generates 22% of the national agricultural GDP with a high regional dependence, as Jorge Cárdenas states in "The coffee industry in Colombia". Coffee is the main source of employment in Colombia, generating more than 800 thousand permanent direct jobs, which is equivalent to 40% of agricultural employment in the country, hence this project aims to improve productivity and the use of organic waste that result from the benefit process, likewise, it is intended that the coffee growers of the municipality adopt this model and implement better infrastructures in coffee beneficiation processes, as well as manage good practices that contribute to the development of crops, their production and coffee economy of the municipality.

In the regional context it is affirmed that the flavor and aroma of the North coffee has gradually recovered its position as one of the best in the country, its characteristics are some special characteristics in its variety of flavor in the cup thus ratifying its great desire The Department is comprised by 40 municipalities of the 36 coffee production registries, and participates with 2.63% of the national production of coffee, according to the National Federation of Coffee Growers.

The purpose of the present work is to carry out the optimization of the infrastructure of a coffee processing plant that consists of a series of operational assemblies that transform the fruits of cherry coffee into dry parchment coffee, which meets the quality standards necessary to make good operational practices in the farm "Villa Ilma María" in the municipality of Toledo, Norte de Santander.

The processes for the production of coffee vary according to the region where the seed is grown and generally the processes that are carried out are divided into the pre-harvest and post-harvest phases, where in the latter the receipt is made until the management of sub products through classification, pulping, washing and drying. This optimization of the infrastructure for the post-harvest process will be carried out for a production peak of 12,500 kg of dry parchment coffee. This project will benefit the community of coffee producers contributing to their crops and economy in order to improve the quality of working life of coffee farmers in the region.

Keywords: Arabica washed, beneficiadero, wet and dry benefit, parchment coffee.

INTRODUCCION

Según Fedecafé¹, a lo largo de la geografía colombiana habitan más de 500.000 familias productoras de café, las plantaciones más significativas se evidencian en 16 departamentos donde se cultiva un grano de alta montaña y operan comités departamentales de cafeteros.

Afirma Café de Colombia², la mayoría de productores de café tienen cultivos que no superan las 2 hectáreas, lo cual ha permitido mantener una vocación esencialmente familiar en la industria cafetera colombiana. Solo el 5 % de los productores colombianos superan las 5 hectáreas de cultivos cafeteros, buscando una mayor producción de manera que sus retribuciones económicas sean más altas.

Según Café de Colombia³, el café que se produce en Colombia es 100% arábico lavado, lo que hace que nuestro café sea reconocido mundialmente por su gran calidad, se caracteriza por ser una bebida con una taza limpia, con acidez y cuerpo medio/alto, aroma pronunciado y completo. Estas cualidades son posibles gracias a los tipos de suelos y climas particulares con los que contamos en nuestro país acompañados de un excelente manejo operacional en los cultivos y en el beneficio o post-cosecha.

Cenicafé⁴ explica que el proceso de beneficio de café consiste en un conjunto de operaciones para transformar los frutos de café cereza en café pergamino seco de alta calidad física y en taza, el cual por su estabilidad en un amplio rango de condiciones ambientales, es el estado en el cual se comercializa internamente este producto en Colombia.

¹ FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS-FNC- Nuestro café. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Nuestro café. [Consultada 14, diciembre, 2018]. Disponible en: https://www.federaciondefeteros.org/particulares/es/nuestro_cafe

² CAFÉ DE COLOMBIA- La gente del café. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Particulares. La Tierra del café. [Consultada 14, diciembre, 2018]. Disponible en: http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/la_tierra_del_cafe/la_gente_del_cafe/

³ CAFÉ DE COLOMBIA- El café de Colombia. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Particulares. El café de Colombia. [Consultada 14, diciembre, 2018]. Disponible en: http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/el_cafe_de_colombia/

⁴ CENICAFÉ- Beneficio del café. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Cultivemos café. Beneficio. [Consultada 14, diciembre, 2018]. Disponible en: https://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos_cafe/beneficio

El proceso de beneficio de café lo realizan los caficultores, en su gran mayoría, en las instalaciones que tienen en sus fincas, a las que denominan beneficiaderos, y donde realizan básicamente el recibo, despulpado, remoción de mucílago, lavado, diversas clasificaciones y secado.

En el siguiente documento pretende optimizar la infraestructura de un beneficiadero de café que cumpla con los estándares de calidad requeridos para llevar a cabo unas buenas prácticas operacionales en lo que tiene que ver con el beneficio de café húmedo y seco, así mismo, se busca que con la implementación de este proyecto los empleados de la finca “Villa Ilma María” ubicada en Toledo, Norte de Santander, tengan mayor facilidad para llevar a cabo el proceso de beneficio de café, y de este modo mejorar la calidad de vida laboral.

El análisis de este proyecto permite generar conciencia en los productores de café frente a las necesidades de conservar las micro cuencas, mejorando la cantidad y calidad del agua, disminuyendo la contaminación hídrica en la zona cafetera y estableciendo un manejo adecuado de los residuos que deja el proceso de beneficio de café.

JUSTIFICACION

La economía del municipio de Toledo, Norte de Santander esta basada en la ganadería y la agricultura; esta última principalmente se dedica a la producción de café especial en pergamino, las familias cafeteras del municipio llevan a cabo esta práctica de manera empírica y sin ningún tipo de apoyo tecnológico ni técnico que mejore su índice de productividad y con esto sus ingresos económicos.

La finca “Villa Ilma María” es productora de café especial de alta calidad según la Federación Nacional de Cafeteros, tiene una producción promedio de 24 cargas de café en pergamino al año, el principal problema operacional es que no se cuenta con la infraestructura adecuada para la post-cosecha.

Con la optimización de infraestructura de un beneficiadero de café, que cumpla con los parámetros técnicos y tecnológicos desarrollados para estos procedimientos, la finca mejorará su productividad, se ahorrará tiempo y dinero, los empleados tendrán un mejor entorno laboral, aumentará el puntaje otorgado al café por su calidad para que a la hora de la venta se obtengan mayores ingresos; así mismo se aprovechará los residuos orgánicos que resultan del proceso de beneficio y se contribuirá con el cuidado del medio ambiente.

El proyecto también pretende aportar a los caficultores del municipio, con el fin de que adopten este modelo e implementen mejores infraestructuras en el proceso de beneficio húmedo y seco del café, y así mismo utilicen buenas prácticas que contribuyan con el desarrollo de los cultivos, la producción y economía cafetera del municipio.

Los productores que no realicen unas buenas prácticas de post-cosecha, obtendrán menores puntajes de calidad de café, menor productividad debido a las pérdidas del producto en los procesos artesanales, así como, mayor uso y contaminación de agua. Con la implementación de un buen beneficiadero, se minimizan estas dificultades, obteniendo mayores ingresos y se reducen los gastos operacionales.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Proponer una herramienta que optimice el proceso conocido como “beneficio húmedo y seco” en la industria de café en la finca “Villa Ilma María” en el municipio de Toledo, Norte de Santander.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comprender las generalidades del café.
- Conocer el comportamiento de la industria del café en Colombia.
- Conocer el comportamiento de la industria del café en el departamento de Norte de Santander.
- Describir el proceso que se realiza para la producción de café.
- Analizar los procesos productivos en la finca “Villa Ilma María”.
- Optimizar la infraestructura para el proceso conocido como “beneficio húmedo y seco” en la industria de café.
- Disminuir costos operacionales.
- Optimizar el uso de agua en el proceso de beneficio de café.
- Optimizar los tiempos de secado de café.
- Aprovechar los residuos que deja este proceso para la fabricación de abonos orgánicos.

1. MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL

1.1 GENERALIDADES DEL CAFÉ

Como lo muestra El Café de Colombia⁵, la historia más antigua que deja ver la existencia de café en Nueva Granada data del año 1730, en la cual se manifiesta que las primeras personas que trajeron semillas de café al país fueron los jesuitas, las cuales entraron por el oriente del país proveniente de las Guyanas, pasando por Venezuela. Igualmente se dice que las primeras cosechas y exportaciones de café se dieron en el oriente del país; desde la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander, lo cual intuye la existencia de café en los departamentos de Norte de Santander y Santander.

Según El Café de Colombia⁶, la consolidación del café como producto de exportación en Colombia sólo se dio a partir de la segunda mitad del siglo XIX. La gran expansión que tuvo la economía mundial en ese periodo hizo que los hacendados colombianos encontrarán mejores oportunidades en el mercado internacional.

Fedecafe⁷ explica que el café que produce el país es denominado café 100% arábico lavado, esta característica convierte a Colombia en el primer productor de café de alta calidad en el mundo; Café de Colombia⁸, revela que este surge de la particular combinación de diversos factores correspondientes a la latitud, altitud, suelos y climas caracterizado por el doble paso de la zona de convergencia intertropical, además, la cambiante topografía, la luminosidad, las temperaturas y una adecuada cantidad de distribución de las lluvias durante el año y unas prácticas culturales comunes que, incluyen procesos de recolección y transformación del fruto mediante su beneficio húmedo y seco. Estos factores, de manera conjunta, conducen a la producción de un café sobresaliente suave, de taza limpia, con una acidez media/alta, cuerpo balanceado y un aroma pronunciado.

⁵ CAFÉ DE COLOMBIA-Una bonita historia. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Particulares. El café de Colombia. [Consultada 14, diciembre, 2018]. Disponible en: http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/el_cafe_de_colombia/una_bonita_historia/

⁶ Ibíd.

⁷ FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS- FNC- Nuestro café. Op. Cit.

⁸ CAFÉ DE COLOMBIA- El café de Colombia. Op. Cit.

Según Café de Colombia⁹, los climas en los cuales se cultiva café en Colombia son tropicales, pero no solamente este factor hace que la producción de un café de alta calidad sea exitosa, estos climas deben estar acompañados de otros factores que hacen de nuestro café un producto de alta calidad. Las temperaturas a las cuales se produce café en Colombia son templadas y están en un intervalo de entre los 17 y 23 grados centígrados, las alturas sobre el nivel del mar oscilan entre los 1200 msnm y los 1800 msnm, contando con una precipitación atmosférica de alrededor de 2.000 milímetros anuales. Cabe resaltar, que se puede obtener producción de café en regiones donde no se cumplan algunos de estos factores o donde son un poco diferentes.

Café de Colombia¹⁰ habla de que el número de cosechas de café en cada región es diferente, esto debido a que Colombia está ubicada muy cerca de la línea ecuatorial, lo cual le garantiza a las zonas cafeteras una alta luminosidad, factores como la radiación solar, la disponibilidad de agua, las temperaturas y los regímenes de vientos a lo largo del año; la cordillera de los Andes, que cruza el país de sur a norte, separa la Amazonía de las costas colombianas sobre los océanos Pacífico y Atlántico. Las montañas y el impacto de los océanos y la Amazonía crean además condiciones climáticas y regímenes de lluvia excepcionales, que le permiten al país cosechar café durante todos los meses del año.

Según Fedecafe¹¹, en algunas regiones del país se cosecha hasta 50 semanas al año, en plantaciones que ocupan más de un millón de hectáreas con una producción anual de doce millones de sacos. Café de Colombia¹² tiene un listado de los principales departamentos productores de café, los cuales son Huila, Antioquia, Tolima, Caldas, Valle del Cauca, Cauca, Risaralda, Santander, Cundinamarca, Nariño, Quindío, Norte de Santander, Cesar, La Guajira, Magdalena, Boyacá, Meta, Casanare y Caquetá.

⁹ CAFÉ DE COLOMBIA-Nuestras Regiones cafeteras. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Particulares. La Tierra del café. [Consultada 14, diciembre, 2018]. Disponible en: http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/la_tierra_del_cafe/regiones_cafeteras/

¹⁰ Ibíd.

¹¹ FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS-El café de Colombia- Nuestra oferta ambiental. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Nuestro café. El café de Colombia. [Consultada 14, diciembre, 2018]. Disponible en: https://www.federaciondecateros.org/clientes/es/nuestro_cafe/el_cafe_de_colombia/

¹² CAFÉ DE COLOMBIA-Nuestras Regiones cafeteras. Op. Cit.

Es así como Colombia es el único país que puede ofrecer un café fresco al mercado permanentemente. Según Café de Colombia¹³, el origen volcánico de nuestros suelos y las altas alturas en las que se produce café en Colombia, que se originan de su cercanía con la línea ecuatorial, le confieren atributos adicionales al café colombiano con atributos balanceados. Fedecafé¹⁴ dice que actualmente el Café de Colombia se produce en todas las cordilleras y zonas montañosas del país, generando ingresos a más de 500.000 familias productoras del grano. Como se mencionó anteriormente, uno de los factores claves para la producción de café de alta calidad es que Colombia cuenta con suelos con gran contenido de materia orgánica y características físicas para la producción de café, esto debido a que son suelos derivados de cenizas volcánicas¹⁵.

Los productores de café en Colombia eligen diferentes caminos para llegar a la producción de café, se evidencian cultivos de café tradicionales donde las investigaciones realizadas no tienen cabida y por lo tanto son cultivos de baja producción, de la misma manera existen cultivos tecnificados de alta producción expuestos al sol y otros con cierta exposición a la sombra dependiendo de la región del país en que se esté cultivando; también los productores eligen los tipos de café a cultivar dependiendo de las características de sus fincas y la resistencia a enfermedades que presente cada tipo o variedad de café. Según el Café de Colombia¹⁶, las variedades más comunes son Típica, borbón, caturra o castila.

En Colombia la mayor parte de las regiones o zonas cafeteras, han conformado asociaciones y comités municipales y departamentales en los cuales se vela por los intereses de los productores de café, por este medio también se le da a conocer al campesino las nuevas investigaciones que se le realizan a estos cultivos y las mejores prácticas que debe llevar a cabo para un eficiente proceso de producción.

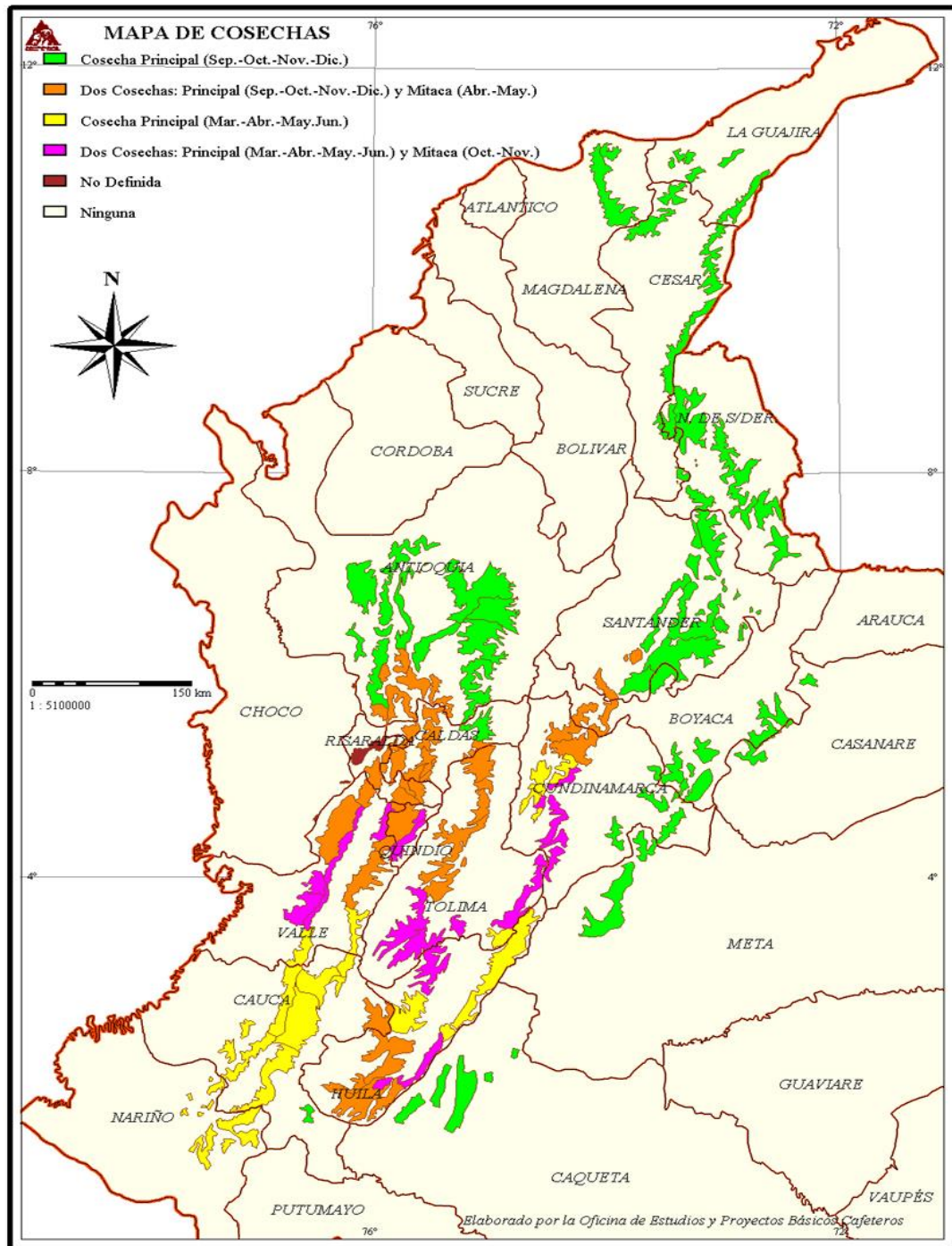
¹³ FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS-El café de Colombia- Nuestra oferta ambiental. Op. Cit.

¹⁴ CAFÉ DE COLOMBIA-Nuestras Regiones cafeteras. Op. Cit.

¹⁵ Ibíd.

¹⁶ Ibíd.

Gráfico 1. Mapa de cosechas de Colombia.



Fuente: CAFÉ DE COLOMBIA-Nuestras Regiones cafeteras. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Particulares. La Tierra del café. [Consultada 14, diciembre, 2018]. Disponible en: http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/la_tierra_del_cafe/regiones_cafeteras/

1.2 COMPORTAMIENTO DE LA INDUSTRIA DE CAFÉ EN COLOMBIA.

La industria del café juega un papel fundamental en la economía Colombiana, la calidad con la que cuenta hace que sea reconocido a nivel mundial y representa un factor importante en los productos que se exportan desde nuestro país, a continuación se muestra como se compara el comportamiento de industria cafetera colombiana tomando los últimos 4 años cafeteros (2014, 2015, 2016, 2017), sus niveles de producción, así como los rendimientos obtenidos, las exportaciones de café realizadas y demás información que ayude a comprender como se comporta dicha industria.

El Señor Jorge Cárdenas¹⁷ en su artículo, la industria del café en Colombia, menciona como el café ha sido la principal fuente de divisas para el país, hoy a pesar de la diversificación de la canasta exportadora, el café es el principal generador neto de divisas. El café por ser una actividad altamente intensiva en el uso de mano de obra, es la principal fuente de empleo rural, con una demanda superior a los 800 mil empleos directos permanentes, que equivale al 40% del empleo agropecuario. Así mismo, es determinante en el desarrollo económico de 590 municipios, donde 22 de los 32 departamentos se dedican a la caficultura, actualmente genera el 22% del PIB agrícola nacional con una alta dependencia regional.

1.2.1 Producción

Según Sergio Clavijo y Juan Joya¹⁸, el programa de renovación cafetera de Fedecafé ha dado resultados más que sobresalientes. Durante el período 2010-2016 se intervinieron 664.000 hectáreas exitosamente, lo cual no solo ha permitido rejuvenecer el parque cafetero, sino también reducir la exposición de los cafetos a las plagas. No obstante, dicha renovación comienza a mostrar rendimientos marginales decrecientes, que se reflejan en una menor productividad cafetera.

Como lo muestra Fedecafé¹⁹ en su publicación del año 2017 del comportamiento de la industria del café en Colombia, la baja producción a nivel mundial en el año

¹⁷ CÁRDENAS, Jorge- La industria del café en Colombia. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. p. 4. [Consultada 20, Diciembre, 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://www.federaciondefcafeteros.org/static/files/Cardenas%20-%20Industria%20del%20cafe%20en%20Colombia.pdf>

¹⁸ CLAVIJO, Sergio y JOYA, Juan- Panorama cafetero 2017-2018. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Análisis. Sergio Clavijo. 20, Noviembre, 2017. [Consultado 20, Diciembre, 2018]. Disponible en: <https://www.larepublica.co/analisis/sergio-clavijo-500041/panorama-cafetero-2017-2018-2571638>

¹⁹ FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS-FNC- Comportamiento de la industria cafetera Colombiana. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. 2017. Sec. Informes de gestión. p. 6-7. [Consultado 20,

2017 y las afectaciones que tuvieron los cultivos en el primer semestre de este mismo año, con base a los resultados del incremento en las lluvias registradas a finales del año 2016, las lluvias no impactaron en gran medida la producción de café en Colombia, la cual alcanzó los 14.2 millones de sacos, manteniendo la buena dinámica que traía del período 2014-2016, durante este periodo los pronósticos son muy positivos para los productores de café, debido al incremento de la producción, las exportaciones crecen de manera inmediata, mejorando el nivel de la rentabilidad del café en el momento de la venta del producto, un ejemplo claro lo registra Clavijo y Joya²⁰, es que en el año 2017 se registró el precio más alto para la compra de la cosecha en los últimos 30 años, \$7.5 billones debido a que el precio interno de la carga de café en Colombia alcanzó los 818.000 pesos por carga, con una tasa representativa del dólar en la franja de los 3.000 pesos por dólar, además que el consumo mundial de café alcanzó 157.2 millones de sacos en 2016-2017, con un incremento del 1.9% anual. De esta manera, el año cafetero 2016-2017 terminó con una demanda muy favorable para los productores al superar la oferta del café disponible y de allí la mejora representativa en el precio de la carga para el productor. Es por lo anterior fundamental para el productor de café excelso mantener los niveles de producción adecuados y permanentes que le permita a este productor vender su producto a precios estables y permanentes.

Según Fedecafé²¹, para el año 2018 se espera que la producción disminuya en un 3.5%, con base a los pronósticos de las condiciones climáticas que afectan el mantenimiento del área en renovación en el nuevo ciclo de siembra y recolección de café.

La tabla 1 muestra el histórico de producción de los últimos 4 años cafeteros reportados.

Diciembre, 2018]. Archivo en PDF. Disponible en:
https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/Informe_Industria_2017.pdf

²⁰ CLAVIJO, Sergio y JOYA, Juan., Op. Cit.

²¹ FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS-FNC- Comportamiento de la industria cafetera Colombiana. Op. Cit., p. 7.

Tabla 1. Balance Cafetero- Colombia. 2014-2017. Millones de sacos de 60 kg.

Año	2014	2015	2016	2017
Producción e Importaciones	12.5	14.4	14.5	14.6
Producción	12.1	14.2	14.2	14.2
Importaciones	0.4	0.2	0.3	0.4
Expo y Consumo Int.	12.5	14.2	14.6	14.6
Exportaciones	11	12.7	12.9	13
Consumo Interno	1.5	1.5	1.7	1.7
Balance	0	0.2	-0.1	0
Inventario Total	1.2	1.4	1.4	1.1

Fuente: FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS-FNC- Comportamiento de la industria cafetera Colombiana. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. 2017. Sec. Informes de gestión. [Consultado 20, Diciembre, 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/Informe_Industria_2017.pdf

1.2.2 Exportaciones

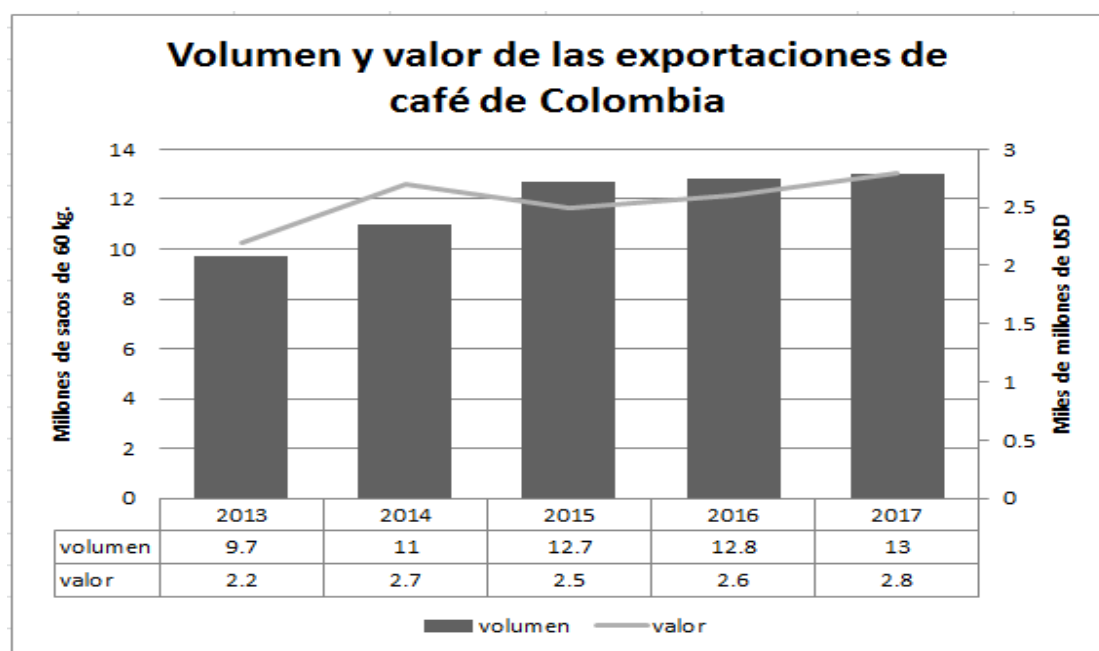
El café colombiano es muy apetecido a nivel mundial, es por esto que la mayor parte de la producción es exportada, las exportaciones se efectúan con base a la calidad del café, de allí que se clasifique en diferentes tipos o denominaciones para su exportación, el café verde excelso se exporta como “Café de Colombia”, el café verde excelso de menor calidad tiene la denominación de “Producto de Colombia” y existe el llamado café industrializado que también corresponde a un porcentaje del café exportado por el país.

Según la federación nacional de cafeteros²², el total de sacos de café de 60 kg en el año 2017 producidos e importados corresponden a 14.6 millones, de los cuales 13 millones de sacos fueron exportados, esta cifra corresponde al 89% del total de café producido e importado por el país, con una tendencia al alza en los últimos 4 años cafeteros, con incremento del 1% frente al año inmediatamente anterior (138.000 sacos mas). Lo anterior se refleja en mayores ingresos para Colombia y sus productores de café; las exportaciones de Café Colombiano generaron ventas por 2.807 millones de dólares, frente a las ventas del año 2016, se manifiesta un incremento del 8.3%, que en términos monetarios son de los 215 millones de dólares; el incremento en los ingresos obtenidos por las exportaciones de café son el reflejo del buen precio de venta en el mercado internacional del café Colombiano de alta calidad.

²² FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS-FNC- Comportamiento de la industria cafetera Colombiana. Op. Cit. p. 7.

Como muestra la federación nacional de cafeteros²³, la exportaciones corresponden en un 87% (11.3 millones de sacos) a café verde excelso, un 5% (670 mil sacos) a café verde excelso de menor calidad y el 7% (920 mil sacos) restante a café industrializado. Los principales destinos a los cuales es exportado el café de calidades inferiores son: Estados Unidos con un 37%, Alemania con un 17% y Francia con un 13%. Así mismo hace 2 años se inició las exportaciones de café tostado y café verde en pequeñas cantidades, permitiendo a los pequeños productores ingresar al mercado de las exportaciones en forma creciente, para el año 2017 se exportaron 25.279 kilos de café tostado y 6.905 kilos de café verde, es decir un 93% y 124% de incremento frente al año 2016 respectivamente. En el grafico 2 se evidencia el volumen y el valor de las exportaciones de los últimos 5 años cafeteros.

Gráfico 2. Volumen y valor de las exportaciones de café de Colombia 2013-2017.



Fuente: FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS-FNC- Comportamiento de la industria cafetera Colombiana. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. 2017. Sec. Informes de gestión. [Consultado 20, Diciembre, 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/Informe_Industria_2017.pdf

Según la federación nacional de cafeteros²⁴, en el 2017 el principal destino de las exportaciones de café colombiano fue Estados Unidos, con él envió de 5.7 millones de sacos que corresponden al 44% del total de las exportaciones, seguido de Japón, principal consumidor de cafés especiales a donde se exportó 1.2 millones de sacos, que equivalen al 9.5%, el 30% de las exportaciones

²³ Ibíd. p. 7.

²⁴ Ibíd. p. 9.

enviadas al conjunto de países conformados por Alemania, Bélgica, Italia y Reino Unido. La siguiente tabla muestra detalladamente las exportaciones colombianas según destino de los años 2015, 2016 y 2017.

Tabla 2. Exportaciones colombianas según destino 2015-2017. Millones de sacos de 60 kg.

País / Año	2015	2016	2017	Var. % 2016/2017
Europa	4.1	4.2	3.8	-9%
Alemania	1.1	1.25	1.03	-18%
Bélgica	0.9	0.7	0.6	-14%
Italia	0.3	0.4	0.3	-10%
Reino Unido	0.3	0.4	0.3	-4%
España	0.3	0.3	0.3	5%
Finlandia	0.3	0.3	0.3	-12%
Francia	0.1	0.2	0.2	23%
Suecia	0.2	0.2	0.1	-26%
Países Bajos	0.1	0.1	0.1	-15%
Otros Europa	0.4	0.5	0.5	4%
América	6.4	6.5	6.8	6%
Estados Unidos	5.3	5.3	5.7	8%
Canadá	0.8	0.8	0.9	4%
Asia	2.2	2.1	2.3	7%
Japón	1.3	1.22	1.24	1%
Corea del Sur	0.3	0.25	0.5	-4%
Otros	0.8	0.8	0.9	13%
Total	12.7	12.8	13	1%

Fuente: FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS-FNC- Comportamiento de la industria cafetera Colombiana. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Informes de gestión. 2017. [Consultado 20, Diciembre, 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/Informe_Industria_2017.pdf

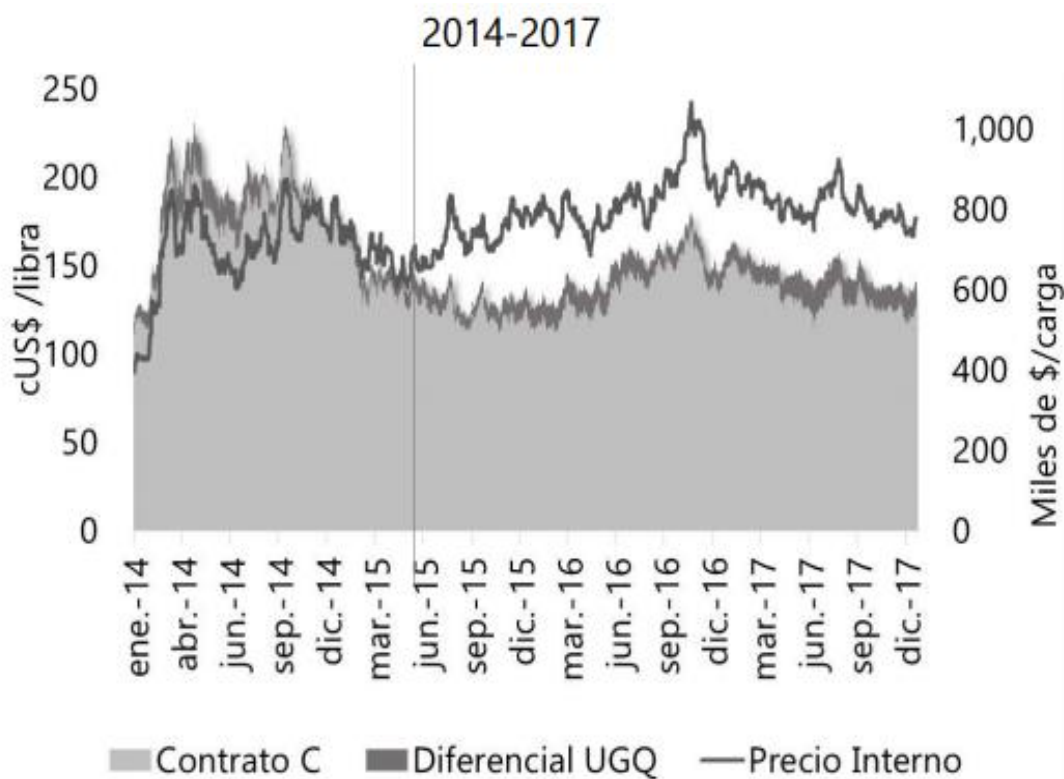
1.2.3 Consumo y comportamiento del precio interno.

Fedecafé²⁵ dice que una de las características más importantes del café colombiano es la calidad de sus atributos en taza. El consumo interno en Colombia para el año 2017 permaneció en 1,7 millones de sacos, lo que equivale a 2,1 kg de café verde por persona al año.

²⁵ Ibíd. p. 10.

Según la Federación Nacional de Cafeteros²⁶, en el 2017 el precio del café registró un equivalente a \$818 mil por carga de 125 kg de café pergamino seco, un 1.4% menor al precio del año inmediatamente anterior. El café colombiano es de tipo exportación, por ello es importante tener en cuenta tres factores fundamentales al momento de analizar el comportamiento del precio interno del café: el contrato C (precio internacional del café arábico), la tasa de cambio peso/dólar y el diferencial por calidad para el café de Colombia. La baja del precio en los mercados internacionales fue del 18% en el año 2017, dado que en Enero registró un precio de 148 dólares por libra y posteriormente en diciembre tendió a la baja cotizándose en los 122.1 dolores por libra. De la misma manera, la tasa de cambio fue de 2.951 pesos por dólar reduciéndose en un 3.4% debido a pronunciamientos del presidente de Estados Unidos y tensiones políticas de este país y Corea del Norte. El gráfico 3 muestra el comportamiento del precio interno del café en el periodo 2014-2017.

Gráfico 3. Comportamiento del precio interno del café.



Fuente: FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS-FNC- Comportamiento de la industria cafetera Colombiana. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Informes de gestión. 2017. [Consultado 20, Diciembre, 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: https://www.federaciondefcafeteros.org/static/files/Informe_Industria_2017.pdf

²⁶ Ibíd. p. 10-11.

1.3 COMPORTAMIENTO DE LA INDUSTRIA DEL CAFÉ EN NORTE DE SANTANDER.

Según Café de Colombia²⁷, el comportamiento de la industria cafetera en el departamento de Norte de Santander tiene lugar desde el año de 1835, donde la primera producción comercial muestra los primeros 2.560 sacos exportados desde la pequeña ciudad de Cúcuta, en la frontera con Venezuela.

El comité de cafeteros del Norte de Santander²⁸ afirma que el aroma y el sabor del café de Norte de Santander poco a poco recuperan su posición como uno de los mejores del país debido a la producción de cafés especiales que caracteriza al departamento; además de un sistema de producción agroforestal, condiciones climáticas y suelos que le otorgan al café unas características especiales en sus variedades de sabor y calidad.

Según Fedecafé²⁹, la zona cafetera de Norte de Santander se ubica sobre la vertiente de la Cordillera Oriental. El Departamento está comprendido por 40 municipios, de los cuales 36 registran producción cafetera, con un total de 34.305 hectáreas de cultivos de café. El 51% de esta área está con café tradicional, y más del 90% del total del área cafetera del departamento posee la sombra necesaria para el cultivo de café. La población cafetera está conformada por pequeños productores cuyas fincas tienen un área promedio en café de 0.5 a 3.0 hectáreas. La tabla 3 muestra las hectáreas de café cultivadas en cada municipio de Norte de Santander y su respectiva producción.

Según el Comité de Cafeteros del Norte de Santander³⁰, la Caficultura de Norte de Santander se caracteriza por cultivarse bajo semisombra y sombra, al inicio se siembra con un sombrío transitorio bajo la protección de árboles de plátano, mientras crecen los árboles nativos y maderables que son los que dan la sombra permanente. El 65% de hectáreas cultivadas en la región están bajo semisombra, el 14% bajo sombra y 21% a exposición solar.

²⁷ CAFÉ DE COLOMBIA- El café de Colombia. Óp. Cit.

²⁸ COMITÉ DE CAFETEROS DE NORTE DE SANTANDER. Nuestro café- Nuestra caficultura. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Nuestro café. [Consultado 22, Diciembre, 2018]. Disponible en: https://nortedesantander.federaciondefeteros.org/fnc/inc_nuestro_cafe/category/118

²⁹ FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS- FNC- Informe comités departamental. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Informes de gestión. p. 99. [Consultado 22, Diciembre, 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://www.federaciondefeteros.org/static/files/Norte%20de%20Santander1.pdf>

³⁰ COMITÉ DE CAFETEROS DE NORTE DE SANTANDER- Nuestro café- Nuestra caficultura. Óp. Cit.

El Comité de Cafeteros del Norte de Santander³¹ aseguran que el Departamento participa con un 2.63% de la producción nacional de café, las tierras del Norte de Santander se caracterizan por tener una temperatura entre 19 y 21°C y su zona óptima está entre 1200 y 1800 metros sobre el nivel del mar, en donde el café Norte Santandereano tiene un nivel de acidez media, cuerpo medio, con una taza limpia y balanceada.

El Comité de Cafeteros de Norte de Santander³² explica que de las tres categorías de Cafés Especiales de Colombia, como son las de origen, preparación y sostenibles, en el Departamento de Norte de Santander se manejan dos, la de origen de la cual proviene el café Toledo y Labateca, siendo este un café exótico, caracterizado por su acidez media, cuerpo medio, con una taza limpia, suave y de sabor achocolatado y nueces tostadas impresas en su fragancia y aroma pronunciado. La otra categoría es la de cafés especiales sostenibles, de la cual en el departamento se encuentran el Café Certificado Utz Certified, el Café Certificado Rainforest Alliance y el Café licenciado 4C, lo cual, según la Revista Activa³³, hace que este café sea cotizado en mercados internacionales debido a que gran parte de los productores de café de esta región participan en el concurso nacional “Taza de Excelencia”, donde anualmente se reúnen más de 400 caficultores de todo el país con sus mejores cosechas en busca de exportar su producto con un reconocimiento a nivel mundial, obteniendo los mejores resultados con el posicionamiento internacional del País Cafetero.

Para Fedecafé³⁴, el Departamento de Norte de Santander, con una producción estimada de 15 millones de kilos de café pergamino seco, el cual adquiere excelentes características físicas y organolépticas que le permiten estar en una posición privilegiada en los mercados internacionales.

En el área de comercialización de café, el Departamento de Norte de Santander cuenta con 2 Cooperativas de Caficultores y Alma -café, las cuales en alianza con el Comité de Cafeteros Nacional, impulsan el bienestar del caficultor, cumpliendo así con el propósito de garantizar la compra y transferencia al mejor precio para el productor, lo que permitió aumentar en un 160% las compras de Café. De la misma forma por parte del estado Colombiano se logró el apalancamiento superior

³¹Ibíd.

³² Ibíd.

³³ REVISTA ACTIVA- Norte de Santander, cuna del café colombiano. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. [Consultada 22, Diciembre, 2018]. Disponible en: <http://revistactiva.com/norte-de-santander-cuna-del-cafe-colombiano/>

³⁴ FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS- FNC- Informe comités departamental. Óp. Cit., p. 99.

a tres mil millones de pesos, permitiendo hacer presencia Institucional en 38 municipios de los 40 que tiene el departamento³⁵.

Tabla 3. Porcentaje área en café y producción promedio por municipio de Norte de Santander.

Municipio	% Área en café	Ha en café	Producción Promedio (sacos de 60 kg)
Abrego	2.02%	713.2	5,150.6
Arboledas	6.75%	2,383.1	17,211.2
Bochalema	1.79%	632.0	4,564.2
Bucarasica	3.94%	1,391.0	10,046.2
Cachira	4.15%	1,465.2	10,581.7
Cácota	0.02%	7.1	51.0
Chinacota	1.62%	571.9	4,130.7
Chitaga	0.67%	236.5	1,708.4
Convención	7.63%	2,693.8	19,455.0
Cúcuta	0.19%	67.1	484.5
Cucutilla	5.46%	1,927.7	13,921.9
Durania	2.91%	1,027.4	7,419.9
El Carmen	3.11%	1,098.0	7,929.9
El Tarra	0.01%	3.5	25.5
El Zulia	3.47%	1,225.1	8,847.8
Gramalote	4.33%	1,528.7	11,040.7
Hacarí	3.34%	1,179.2	8,516.4
Herrán	0.51%	180.1	1,300.4
La Esperanza	0.71%	250.7	1,810.4
La Playa	0.74%	261.3	1,886.9
Labateca	4.21%	1,486.3	10,734.7
Los Patios	0.58%	204.8	1,478.9
Lourdes	4.74%	1,673.5	12,086.1
Ocaña	2.91%	1,027.4	7,419.9
Pamplona	0.14%	49.4	357.0
Pamplonita	1.38%	487.2	3,518.7
Rangonvalia	1.37%	483.7	3,493.2
Salazar	7.02%	2,478.4	17,899.6
San Calixto	5.17%	1,825.3	13,182.5
San Cayetano	0.30%	105.9	764.9
Santiago	1.03%	363.6	2,626.3
Sardinata	5.74%	2,026.5	14,635.9
Teorama	1.81%	639.0	4,615.1
Toledo	6.05%	2,136.0	15,426.3
Villa Caro	1.66%	586.1	4,232.7
Total	97.48%	34,415.3	248,555.0

Fuente: FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS-FNC- Informe comités departamentales. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Informes de gestión. 2014. p. 84. [Consultado 22, Diciembre, 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/Informe_Comites_2014p.pdf

³⁵ Ibíd.

1.4 PROCESO PARA LA PRODUCCION DE CAFÉ.

Los procesos para la producción de café varían según la región donde se cultive este producto, así mismo el factor cultural tiene cierta importancia a la hora de realizar los diferentes procesos que se llevan a cabo. Generalmente los procesos que se realizan están divididos en la fase de la pre-cosecha y la post-cosecha.

La fase de la pre-cosecha comprende los procesos de:

- La construcción del germinador
- La construcción del almacigo
- Preparación del terreno, trazado ahoyado y siembra
- La fertilización
- El control de arvenses
- El control de plagas
- El manejo de enfermedades

La fase de la post-cosecha comprende los procesos de:

- Cosecha
- Recibo
- Despulpado
- Clasificación
- Remoción del mucílago
- Lavado
- Secado
- Manejo de subproductos

1.4.1 Procesos pre-cosecha.

- **Construcción del germinador**

La primera etapa del crecimiento vegetativo del café ocurre en el germinador, allí se inicia el desarrollo de la raíz, el tallo y las hojas, que serán el soporte de los órganos reproductivos directamente relacionados con la producción. Un buen comienzo en el germinador proporcionará a la semilla el potencial de crecimiento en las fases siguientes del cultivo, y con ello, el éxito del mismo³⁶.

³⁶ CENICAFÉ- Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura. Tomo II [Sitio web]. Bogotá D.C CO. 2013. p. 8. [Consultado 26, Diciembre, 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/Manual_Cafetero/manualCafetero2p

Fedecafé³⁷ recomienda que el proceso de germinación debe hacerse 8 meses antes de la fecha en que se piensa iniciar la siembra. El germinador es un rectángulo hecho con ladrillos o madera, en el cual se siembra la semilla de café en arena lavada con riego permanente. Su tamaño depende del área a sembrar pero se recomienda que tenga 1 metro de ancho por 1 metro de largo donde cabe 1 kilogramo de semilla, que produce 3.000 chapolas, y la época más recomendable para su instauración son los meses de Enero y Septiembre.

El uso de la arena lavada de río y el agua caliente al momento de la siembra de la semilla, son herramientas que controlan muy bien el mal del tallito, enfermedad causada por el hongo *Rhizoctonia solani*, así mismo la construcción elevada del germinador evita salpicamiento de aguas lluvias y la contaminación con aguas de desagües. En el proceso de riego el germinador siempre debe estar húmedo y en la regulación de sombrero cuando salgan los primeros fósforos se retiran los costales hasta que se conviertan en chapolas, cuando estas estén completamente abiertas se deben sembrar en las bolsas del almácigo. El germinador permite obtener chapolas sanas y bien formadas, que garanticen el establecimiento de un buen almácigo.

Imagen 1. Germinador de café.



Fuente: CENICAFÉ- Avances técnicos 271- El selector de arvenses modificado. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Publicaciones. Avances técnicos. p. 8. [Consultado 28, Diciembre, 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0271.pdf>

³⁷ FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS - FNC- Guía ambiental para el sector cafetero. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. p. 63. [Consultado 26, Diciembre, 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://www.federaciondecateros.org/static/files/8Capitulo6.pdf>

- **Construcción del almácigo**

La elaboración del almácigo tiene como finalidad proveer las condiciones necesarias para el buen desarrollo de las plántulas para la creación del cultivo. Las plántulas son transportadas del germinador a unas bolsas negras fabricadas de polietileno, con un calibre de 1.5 o 2, estas deben tener pequeñas perforaciones a los lados y en el fondo, y su tamaño esta alrededor de los 23cm de largo x 7 cm de diámetro³⁸.

El sustrato más adecuado para el bueno desarrollo de la plántula debe ser una mezcla de la misma tierra del lugar donde se realizará el cultivo con pulpa de café descompuesta en una proporción de 3 a 1, donde la mayor cantidad corresponde a tierra. No se deben traer almácigos con un sustrato diferente a los de la finca, ni usar gallinaza de otro sitio para evitar enfermedades que generen problemas en el almácigo. La tierra que se usa para la mezcla del sustrato puede ser desinfectada con el proceso de solarización que consiste en tapar la tierra con un plástico para que se produzcan temperaturas que ayuden a la desinfección, para el control de arvenses se debe evitar el uso de herbicidas, por lo que se recomienda realizar este proceso de forma manual hasta donde sea posible³⁹.

Fedecafé⁴⁰ recomienda que las dimensiones del almácigo son: 1 metro de ancho x 10 metros de largo, cada era, las eras dependen del tamaño del cultivo y deben estar separadas por zanjas de 0.5 metros las cuales deben tener 10 cm de profundidad con el fin de que el agua escurra con facilidad.

La imagen 2 muestra un almacigo de café, con los estándares que recomienda la federación nacional de cafeteros, este puede variar dependiendo de la zona donde se realice y las practicas acostumbradas en la misma.

³⁸ *Ibíd.*, p. 63.

³⁹ *Ibíd.*, p. 63-64.

⁴⁰ *Ibíd.*, p. 64.

Imagen 2. Almacigo de café.



Fuente: CENICAFÉ- Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura. Tomo III [Sitio web]. Bogotá D.C CO. 2013. p. 15. [Consultado 28, Diciembre, 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/Manual_Cafetero/manualCafetero2p

- **Preparación del terreno, trazado ahoyado y siembra**

La preparación del terreno consta de determinar el tipo de siembra y el trazo correspondiente teniendo en cuenta la densidad de siembra que se quiere, se recomienda una densidad de 5.500 árboles por ha de tierra para cultivos bajo sombra debido a que este tipo de cultivo requiere el uso de árboles de plátano, guamo o maderables que proporcionen de un 35% a 45% de sombra para que el cultivo de café tenga la distribución de lluvias y luz solar necesaria para la etapa de el afloramiento. Durante las etapas de crecimiento y producción se debe contar con herramientas para limpieza de malezas y productos químicos de baja toxicidad que tengan el mismo propósito ⁴¹.

Para el trazado de cultivos sin sombra Fedecafé⁴² recomienda hacerlo en bloques o parcelas de 11 surcos cada una, con una distancia entre surcos de 1 metro y 40 árboles por surco espaciados a igual distancia, los cultivos con sombra generalmente se siembran con una distancia de 1.2 metros entre árboles con un espacio entre surcos de 1.5 metros con el fin de que los árboles aprovechen mejor los nutrientes de la tierra debido a que deben crecer junto a los árboles del sombrío que también utilizan estos nutrientes en su desarrollo.

⁴¹ *Ibíd.*, p. 64.

⁴² *Ibíd.*, p. 61.

Los hoyos deben tener un tamaño adecuado para garantizar el buen desarrollo de las plantas de café, Fedecafé⁴³ recomienda hoyos con un tamaño de 30 cm de ancho x 40 cm de profundidad, con paredes irregulares que garanticen facilidad en la penetración de la planta.

Al momento de realizar la siembra se deben escoger los árboles de mejor desarrollo y fortaleza, también se debe revisar que la raíz no haya llegado al fondo de la bolsa para evitar malformaciones y posterior desnutrición, la siembra se debe realizar en época de lluvia o garantizar riego en caso contrario⁴⁴.

- **Fertilización**

Los fertilizantes que se deben usar varían dependiendo de los cultivos, por lo que el caficultor debe tomar una muestra que debe ser llevada al comité de cafeteros y al laboratorio de suelos para que la misma sea evaluada y de acuerdo a este análisis se recomiende al caficultor el fertilizante más eficiente para su cultivo, los fertilizantes deben cumplir con la protección y preservación del medio ambiente. Cenicafé y Fedecafé⁴⁵ recomiendan cuando sea necesario y dependiendo de los resultados del análisis de suelos, complementar esta fertilización con la adición de fuentes de materia orgánica como la pulpa de café descompuesta o el lombricompuesto.

- **Manejo de arvenses**

El termino maleza ha conducido a los agricultores a la destrucción de esta planta sin medir beneficios y consecuencias debido a que se considera maleza a aquella planta que interfiere con el cultivo de café, afectando negativamente el sistema productivo del mismo, sin embargo, el término arvense, significa “planta acompañante de los cultivos o prados” sin discriminarlas entre buenas o malas, el agricultor al conocer los beneficio de esta planta, hace un manejo razonable de los arvenses, consiguiendo así la protección de los suelos contra la erosión, la regulación de aguas y la reducción de los costos de las desyerbas hasta en un 85%⁴⁶.

El manejo de campos para cultivar arvenses, es la combinación adecuada de las diferentes prácticas del cultivo del café como son: el manejo mecánico, químico, manual y biológico, que busca reducir la interferencia de los arvenses a niveles que no afecten el rendimiento de los cultivos, así mismo la selección de coberturas

⁴³ *Ibíd.*, p. 65.

⁴⁴ *Ibíd.*, p. 65.

⁴⁵ *Ibíd.*, p. 70.

⁴⁶ *Ibíd.*, p. 66.

nobles que permite la conservación del suelo, estas coberturas son importantes en todos los cultivos debido al impacto que generan sobre los rendimientos, los gastos de producción y la sostenibilidad, especialmente por constituir componentes que protegen el suelo del impacto de las gotas de lluvia, principal causante de la erosión del suelo cafetero colombiano, y la conservación de los recursos hídricos. Dentro de las alternativas para hacer el control de campos de cultivo esta el selector de arvenses, herramienta diseñada y validada por Cenicafé, por el cual el selector de arvenses es el equipo más eficiente para el control químico, que permite el manejo integral de arvenses, facilita realizar los parcheos selectivos y seguros sobre los campos indeseables o más agresivos en los cafetales⁴⁷.

- **Control de plagas**

Según Cenicafé⁴⁸, la plaga más peligrosa, económicamente hablando, en el café es la broca, el cual es un insecto que se ha venido controlando en el país por medio de un sistema de control cultural, con el cual se previene entre el 65% y el 75% del total de la broca en el departamento y es un proceso que consiste en recoger y repasar los granos maduros y secos de las plantas de café y del piso, debido a que este insecto únicamente invade este tipo de grano; este proceso permite romper el ciclo biológico de la broca. El porcentaje restante del control de broca se mide por medio del control biológico y químico, en el primero se aplica el hongo “*Beauveria bassiana*”, así como la avispa de Uganda, en la Costa de Marfil y la de Togo, en el segundo se realiza por medio de focos o puntos calientes en el cafetal, utilizando insecticidas de baja toxicidad y analizando los porcentajes de contaminación y posiciones de la broca. Como complemento a estos controles se debe garantizar que la broca no emigre del sitio del beneficio al cultivo; los anteriores controles han permitido la disminución en los niveles de broca a menos del 2% en el país. Otras plagas que afectan el café son: palomilla de la raíz, palomilla de las ramas y el minador, el cual se controla cortando los árboles infectados y quemándolos, teniendo en cuenta la presencia de lluvias, eliminando las plantas hospedantes como la “suelda”, usando el control biológico nativo, fertilizando a tiempo y evitando encharcamientos para prevenir la enfermedad son algunas de las maneras más utilizadas al momento de combatir estas plagas⁴⁹.

⁴⁷ CENICAFÉ- Avances técnicos 271- El selector de arvenses modificado. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Publicaciones. Avances técnicos. p. 1. [Consultado 26, Diciembre, 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0271.pdf>

⁴⁸ *Ibíd.*, p. 71.

⁴⁹ *Ibíd.*, p. 72.

- **Manejo de enfermedades**

Las principales enfermedades de los cafetales en Colombia son una fuente de constante trabajo y esfuerzo para las familias cafeteras. Según Cenicafé⁵⁰, las enfermedades más comunes son causadas por hongos, bacterias, virus y nematodos. La roya del cafeto es la principal enfermedad del cultivo de café en Colombia. Para su manejo, existe el control químico, el cual permite determinar el porcentaje de infección por lote de café; lo anterior garantiza la implantación de controles oportunos con medida en la aplicación de fungicidas de baja categoría toxicológica. De igual forma una de las enfermedades que ataca las matas de café son las llagas del cafeto, los cuales son hongos que se observan con la aparición de lesiones irregulares de color oscuro en el árbol, con la disminución entre un 20% y 40% en la densidad de las plantas hasta causarle la muerte; la mancha de hierro es una enfermedad en la que se evidencia unas pequeñas manchas circulares de color marrón, causando la caída de las hojas y aumentando la producción de pasilla y evitando el desarrollo del fruto.

El manejo integral de las enfermedades, requiere la ejecución oportuna de las diferentes prácticas de cultivo; ello involucra adecuada nutrición, desyerbas a tiempo y un concepto interiorizado en el caficultor de producir un café libre de enfermedades y de calidad, sin que se afecten las relaciones con el medio ambiente⁵¹.

Cenicafé y Fedecafé recomiendan que el control de las enfermedades se realice a partir de los 16 meses de edad de la plantación de la semilla para garantizar el óptimo desarrollo y mejor productividad posible de los cultivos⁵².

1.4.2 Procesos post-cosecha.

Tal como lo explica Café de Colombia⁵³, los procesos de post-cosecha, también conocidos como beneficio húmedo y seco del café, los cuales comienzan a partir de la recolección de la cereza, fruto rojo o amarillo que deja entrever el grano de café en estado de madurez. Las prácticas de post-cosecha varían de acuerdo al tipo del cultivo y especie de café, donde la cereza es transformada en un producto

⁵⁰ *Ibíd.*, p. 73.

⁵¹ *Ibíd.*, p. 73.

⁵² CENICAFÉ y FNC- Manejo integrado de enfermedades y corrección de disturbios nutricionales del café. [Sitio web]. Bogotá D.C CO. p. 9. [Consultado 26, Diciembre, 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/836/1/Manejo%20integrado%20enfermedades.pdf>

⁵³ CAFÉ DE COLOMBIA- Un producto especial- Post-cosecha. [Sitio web]. Bogotá D.C CO. Sec. Particulares. Sobre el café. [Consultado 27, Diciembre, 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/el_cafe/post-cosecha/

seco listo para el proceso de trilla. Al analizar los procesos más utilizados, como es el llamado beneficio húmedo del café que incluye el despulpado, la fermentación, el lavado y el secado del grano. En el beneficio seco del café, la cereza se expone al sol durante varios días hasta alcanzar un cierto grado de humedad, el efecto que tiene este método que consiste en la impregnación de azúcares en la semilla y otros componentes del mucílago (viscosidad), generando sabores en la bebida final característicos de los cafés beneficiados por este método. Este proceso constituye un trabajo arduo y de manera artesanal por parte del agricultor, donde se eliminan impurezas, permitiendo una selección y clasificación del café.

Según Café de Colombia⁵⁴, el beneficio seco se obtiene del café pergamino, capa amarilla opaca que cubre el grano. Posteriormente el café es sometido a un nuevo proceso denominado trilla de café, para así obtener el café almendra o café verde. Una vez trillado, el café se selecciona y clasifica minuciosamente teniendo en cuenta su tamaño, peso, color y apariencia física. Este café almendra o café verde es el insumo para la elaboración del café tostado, el café soluble y los extractos de café; los cuales se caracterizan por su color verde y por su peculiar olor de café fresco, su humedad promedio debe ser de 10 al 12 %. La calidad en el café requiere de un proceso de arduo de trabajo, donde no es solamente un arábico lavado, dependiendo de factores como son el proceso de cultivo que se realiza detrás de cada grano, su adaptabilidad a las temperaturas promedio ideales y los suelos.

- **Cosecha**

Como lo expresa Cenicafé⁵⁵, la cosecha es la parte donde se recolecta el café de la planta y se lleva al beneficiadero para que siga su proceso, las cosechas se pueden efectuar manualmente o con apoyos tecnológicos e investigaciones de Cenicafé, así mismo con herramientas diseñadas para tal fin, con el nombre de cosechas asistidas; la cosecha manual se encuentra dividida en 2 subprocesos, donde el talento humano es el actor principal del proceso; el primer subproceso empieza en el momento de la llegada de los recolectores de café a la finca, y posteriormente al lote donde se preparan las personas para iniciar con la recolección, el dueño del lote les asigna un surco a cada uno de ellos e inician su labor.

Según Cenicafé⁵⁶, el segundo subproceso comprende las etapas de pesaje, transporte del café, recolección en el área de donde se realiza el beneficio y cargue de café, a continuación se muestra un gráfico del manual del cafetero

⁵⁴ *Ibíd.*

⁵⁵ CENICAFÉ- Manual del cafetero colombiano. Tomo II., Op Cit., p.322.

⁵⁶ *Ibíd.*, p. 323.

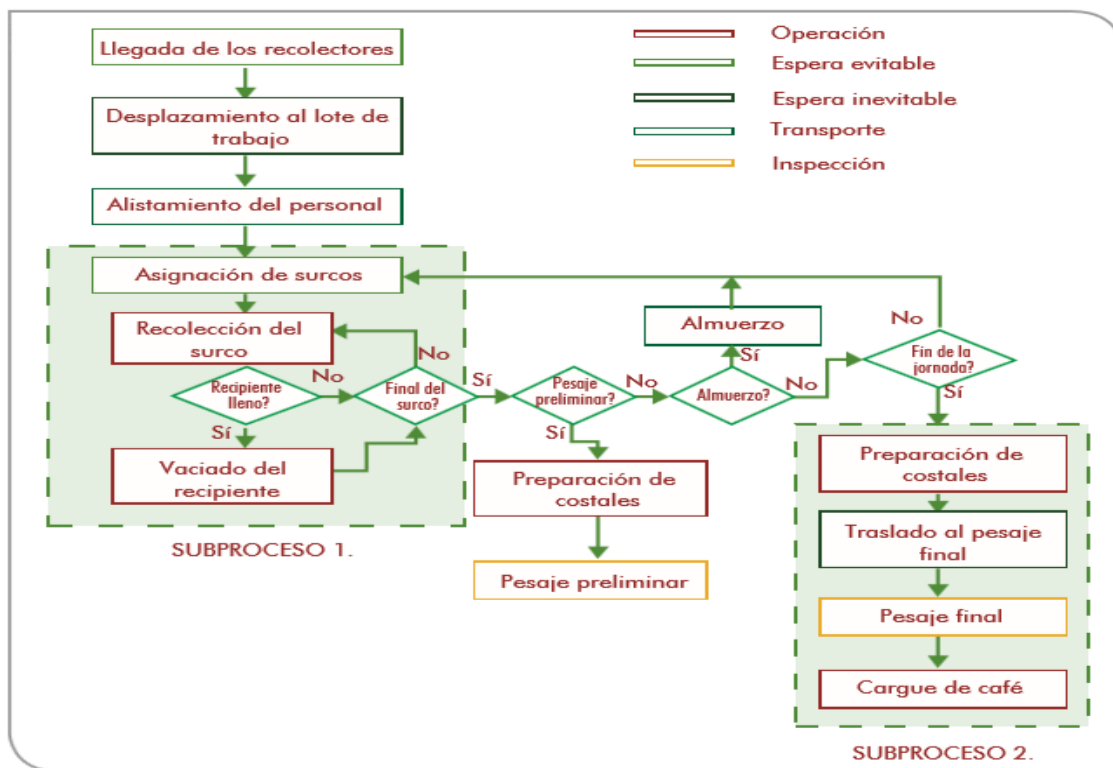
colombiano que a su vez cita a Vélez, donde están descritos los procesos de recolección manual de café.

Imagen 3. Cosecha manual de café.



Fuente: CATORCE 6 REVISTA AMBIENTAL- En zona cafetera de Colombia se reduciría hasta un 88% la producción de grano por cambio climático. [Sitio web]. Bogotá D.C CO. [Consultado 27, Diciembre, 2018]. Disponible en: <https://www.catorce6.com/investigacion/14734-en-zona-cafetera-de-colombia-se-reduciria-hasta-88-la-produccion-del-grano-por-el-cambio-climatico>

Gráfico 4. Proceso de recolección manual de café en Colombia.



Fuente: CENICAFÉ- Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura. Tomo II [Sitio web]. Bogotá D.C CO. 2013. p. 322. [Consultado 27, Diciembre, 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/Manual_Cafetero/manualCafetero2p

Como lo muestra Cenicafé⁵⁷, en sus publicaciones, existe también un dispositivo para asistir la cosecha manual de café llamado “Raselca” (raspador selectivo de café). Este dispositivo se diseñó con el fin de optimizar los tiempos y costos de recolección en épocas de alta producción, este dispositivo consta de 8 dedos de poliamida (polímeros) colocados en el interior de un tubo PVC como lo muestra la imagen 2, según los estudios realizados por Cenicafé, este proceso permite reducir los tiempos de recolección, así como los costos de producción y el talento humano, aunque tiene restricciones como es que la planta debe tener todos sus frutos maduros y debe haber concentración de la maduración, lo cual es difícil en los cultivos colombianos debido a que no todos los frutos maduran al mismo tiempo, Cenicafé adelanta estudios de tecnologías para la recolección que permitan optimizar los factores antes mencionados, los cuales serán publicados en el futuro.

⁵⁷ Ibid., p. 328.

- **Recibo**

Después de la recolección en el lote, el café es llevado a un sitio especial donde se realiza el proceso de beneficio, el concepto de recibo es el momento en que el café es depositado en las tolvas del mismo para iniciar con el proceso de transformación de café cereza en café pergamino seco.

Existen 2 formas para recibir el café cereza, en tolvas húmedas o en tolvas secas. En tolvas húmedas se transporta el café cereza hacia las maquinas despulpadoras con el uso de agua, este sistema no requiere de tolvas ubicadas en alturas ni con angulaciones pronunciadas debido a que las corrientes de agua realizan dicho trabajo, las desventajas de este radican en el alto consumo de agua y contaminación de la misma, que según Cenicafé es de 5 L por kg de c.p.s

Imagen 4. Tolva húmeda para el recibo de café.



Fuente: CENICAFÉ- Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura. Tomo III [Sitio web]. Bogotá D.C CO. 2013. p. 13. [Consultado 27, Diciembre, 2018]. Archivo en PDF. Disponible en:
https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/Manual_Cafetero/manualCafetero2p

Las tolvas secas disminuyen el uso de agua y la contaminación de la misma, estas tolvas deben estar ubicadas a ciertos niveles de altura dependiendo de la cantidad de café que se desee almacenar, de la misma manera debe tener angulaciones pronunciadas de alrededor de los 45° para que el café cereza sea transportado a las maquinas despulpadoras por efecto de gravedad.

Imagen 5. Tolva seca para el recibo de café.



Fuente: CENICAFÉ- Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura. Tomo III [Sitio web]. Bogotá D.C CO. 2013. p. 13. [Consultado 27, Diciembre, 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/Manual_Cafetero/manualCafetero2p

- **Despulpado**

Según Cenicafé⁵⁸, el despulpado o también llamado desbabado de café en algunas zonas del país, es el proceso mediante el cual es retirado la pulpa que envuelve las 2 semillas que generalmente vienen en un grano de café, este proceso lo realizan maquinas despulpadoras que trabajan mediante esfuerzos de cortes y de comprensión que permiten rasgar la pulpa o cascara con la ayuda de la lubricación del mucilago (viscosidad) que envuelve las semillas.

Como lo muestra Cenicafé⁵⁹, los tipos de máquinas varían dependiendo de la región donde son usadas y las tradiciones de los caficultores, los tipos más comunes en Colombia son: las máquinas de cilindro horizontal, las de cilindro vertical y las menos usadas que son las máquinas de disco. Las de cilindro horizontal tienen un cilindro localizado en un eje de horizontal, recubierto por una camisa con dientes que presionan los frutos contra un pechero, generando las fuerzas que permiten que la pulpa sea rasgada y las semillas salgan del fruto, los granos y la pulpa salen por caminos distintos debido al movimiento centrífugo del cilindro y con la ayuda de los dientes que arrastran la pulpa para que salga por la

⁵⁸ CENICAFÉ- Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura. Tomo III [Sitio web]. Bogotá D.C CO. 2013. p. 20. [Consultado 27, Diciembre, 2018]. Archivo en PDF. Disponible en:

⁵⁹ *Ibíd.*, p. 21.

parte posterior de la máquina, la de cilindro vertical trabaja de la misma manera, con la ventaja que permite manejar capacidades de hasta 2500 kg*hora, lo cual es relativamente alto, pero son máquinas bastante complejas por el alto número de mecanismos que requiere para su funcionamiento.

Imagen 6. Despulpadora de cilindro horizontal.



Fuente: CENICAFÉ- Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura. Tomo III [Sitio web]. Bogotá D.C CO. 2013. p. 21. [Consultado 27, Diciembre, 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/Manual_Cafetero/manualCafetero2p

Antiguamente se pensaba que era necesario el uso de agua en el proceso de despulpado de café, sin embargo, estudios posteriores demostraron que el café cereza tenía el agua suficiente para realizar el proceso, es de allí que se mejoraron los diseños de las máquinas para realizar este proceso sin agua, lo que se traduce en el cuidado del medio ambiente y optimización de los recursos naturales⁶⁰.

- **Clasificación**

Según Cenicafé⁶¹, al clasificar el café despulpado, los frutos que tienen mucílago (viscosidad), ya sean pintones (granos que van tomando color a madurar), maduros o sobre maduros, los cuales son despulpados en máquinas diseñadas para tal fin, sin embargo los frutos que carecen del mucílago (viscosidad), como

⁶⁰ *Ibíd.*, p. 21-22.

⁶¹ *Ibíd.*, p. 22-23.

los verdes o secos pasan ligeramente dañados acompañando a los granos despulpados. Dado que los frutos sin mucílago (viscosidad) son de mayor tamaño que los granos despulpados, de manera que pueden ser retirados y clasificados por tamaño. Para ello existen las zarandas o cribas (colador) que exponen al grano a las aberturas de tamaño y forma preestablecida, para que pasen o se retengan. Dada la forma semi-elipsoide de los granos de café despulpados, se utilizan aberturas alargadas en las zarandas, en las cuales se clasifica el grano por espesor, permitiendo remover los frutos secos y verdes que no fueron despulpados. De esta manera, los frutos secos y verdes son retenidos, mientras que el café despulpado traspasa las zarandas siempre y cuando su espesor sea inferior al tamaño de las aberturas.

- **Remoción del mucílago**

Así como lo dice Cenicafé⁶², el mucílago (viscosidad) es un capa gelatinosa componente del café que queda expuesto cuando el fruto es despulpado, y se caracteriza por su capacidad de retención de agua por su composición. El mucílago (viscosidad) del café representa en promedio el 14,85% del peso del fruto fresco y 25,3% del peso del café recién despulpado, con una humedad entre 89% y 96%.

Según Cenicafé⁶³, las razones por las cuales es necesario retirar el mucílago (viscosidad) se centra en 3 aspectos, el primer aspecto alude a que el café colombiano pertenece al segmento de los denominados cafés suaves lavados del mercado, donde se involucra el método de beneficio, que es el despulpado y remoción de mucílago (viscosidad) antes del secado. Otro aspecto para retirar el mucílago es que la capa gelatinosa crea una barrera natural al flujo de la humedad del grano durante su proceso de secado, prolongando el tiempo del mismo y deteriorando la calidad del grano, no solo físico, sino también en taza. El tercer aspecto para retirar el mucílago (viscosidad) es la inocuidad del producto, dado que al remover la capa gelatinosa se disminuye la carga microbiana presente en el grano.

Tal como lo explica Cenicafé⁶⁴, dentro del proceso de beneficio húmedo del café hay diferentes alternativas para remover el mucílago del café despulpado, se incorporan los medios naturales, mecánicos y con adición de enzimas. Los métodos naturales consisten en la degradación del mucílago por medio de la fermentación natural y el posterior lavado, mientras que los métodos mecánicos se refieren a máquinas que agitan el grano de café despulpado para así remover el mucílago, por otro lado el método es la adición de enzimas pectinolíticas, que

⁶² *Ibíd.*, p. 23-24.

⁶³ *Ibíd.*, p. 23-24.

⁶⁴ *Ibíd.*, p. 23-24.

aceleran el proceso de degradación de mucílago (viscosidad) y precipita el lavado del café.

- **Lavado**

Según Cenicafé⁶⁵, luego de la fase de remoción del mucílago se debe lavar el café con el fin de eliminar definitivamente cualquier residuo que afecte el café como es el manchando, el pergamino o la producción de sabores extraños en el producto.

El lavado debe hacerse con agua limpia, evitando el agua recirculada para que no se produzca la contaminación cruzada, la cantidad de agua que se usa en dicho proceso es variable dependiendo de la forma en que se realice el mismo; existen diferentes tecnologías para el lavado de café, que varían por su infraestructura, cantidad de agua usada en el proceso, así como la contaminación que produce y la cantidad de café que puede procesar. A continuación se muestran las principales tecnologías que se usan en Colombia para el lavado del café con sus respectivas características.

Tabla 4. Consumo específico de agua y contaminación de las tecnologías usadas para el lavado de café en Colombia.

Tecnología	Consumo específico de agua (L.kg de c.p.s.)	Contaminación (DQO - mg. L ⁻¹)
Canal de correteo	20.0	5867.0
Bomba	9.0	12692.0
Tanque Tina	4.2	25946.0
BECOLSUB	1.0	82474.0
ECOMILL [®]	0.3	152866.0

Fuente: CENICAFÉ- Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura. Tomo III [Sitio web]. Bogotá D.C CO. 2013. p. 35. [Consultado 27, Diciembre, 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/Manual_Cafetero/manualCafetero2p

- **Secado**

Según Cenicafé⁶⁶, luego de lavar el café viene la última fase para obtener el café pergamino seco, para su posterior comercialización. La fase del secado es

⁶⁵ *Ibíd.*, p. 35.

⁶⁶ *Ibíd.*, p. 50.

importante, debido a que un buen secado y una buena selección del café para comercializar son los factores que la Federación Nacional de Cafeteros tiene en cuenta al momento de fijar el precio de compra nuestro café.

El porcentaje de agua que tenga el café después del proceso de secado permitirá o no la conservación de este producto en los lugares de almacenamiento, se recomienda que este porcentaje este entre 10 y 12%, con una variación que depende de las condiciones ambientales del lugar donde se almacena, principalmente el tiempo de almacenamiento, la temperatura y la humedad relativa son los factores que afectan el porcentaje de humedad.

Tal como lo expresa la Federación Nacional de Cafeteros⁶⁷, existen 2 formas de llevar a cabo el proceso de secado, natural o artificialmente, en el secado natural la fuente de energía es el sol, exponiendo el grano a la radiación solar y al viento por medio de marquesinas, en patios de asoleo o carros secadores, entre otros. Artificialmente existen hornos o secadoras alimentadas por diferentes tipos de combustibles como coque, carbón, gasolina, ACPM o gas donde se pueden manejar diferentes cantidades de café, diferentes temperaturas además de tiempos de secado; el secado artificial es muy usado en regiones del país donde no se cuenta con la energía solar óptima para llevar a cabo este proceso.

Manejo de subproductos

Como lo explica Cenicafé⁶⁸, el manejo de subproductos consiste en generar el mínimo impacto ambiental de la pulpa y mucílago (viscosidad) del café, ya que se estima que menos del 5% de la materia vegetal generada se utiliza en la elaboración de la bebida del café, el resto son residuos, representados en materiales fibrosos como hojas, ramas y tallos que son generados durante el proceso de renovación de cafetales; frutos verdes que se desprenden en la recolección; subproductos sólidos como la pulpa del grano que queda después del despulpado, se recomienda transportarlo sin uso de agua y a un sitio de depósito de descompensación, donde puede reciclarse y usarse en el almacigo, así mismo sirve para el cultivo como complemento nutricional o mejorador del suelo. Los subproductos líquidos, que están representados por el mucílago y el agua utilizada en el beneficio húmedo, permiten que el mucílago puede emplearse para enriquecer la pulpa, el agua de lavado se puede recircular en el proceso. Este material vegetativo si no se maneja de forma apropiada, se convierte en fuente de contaminación para la zona cafetera.

⁶⁷ FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS - FNC- Guía ambiental para el sector cafetero. Op. Cit., p. 77.

⁶⁸ CENICAFÉ- Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura. Tomo III. Op. Cit., p. 111.

1.5 PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA FINCA VILLA ILMA MARÍA

La finca Villa Ilma María fue adquirida en el año 2005, hasta ese momento, su propietario tenía cultivos de café sin ningún tipo de tecnificación ni tecnología que ayudará al proceso de producción de café, su nuevo propietario vio las bondades que tiene el suelo para el cultivo de café de alta calidad y empezó a mejorar los lotes existentes con el sistema de renovación. La finca está ubicada a 4.5 km al norte del casco urbano del municipio de Toledo, Norte de Santander, su altura sobre el nivel del mar es de 1650 metros y su temperatura está en un promedio de 19°C, factores propicios para el cultivo de café de buena calidad.

En el año 2006, por recomendaciones de los técnicos de la federación el total del área de café en la finca se dividió en 5 lotes del 20% cada uno de tal forma que el café antiguo que tenía la finca empezó a ser reemplazado por lotes de café de variedad 95 y caturra, los cuales fueron sembrados anualmente debido a que cada 5 años los lotes son renovados y de esta manera el pico productivo se puede mantener mientras el café renovado empieza su producción, dado que inicia a partir de los 3 años siguientes a la siembra.

La primera cosecha se obtuvo en el año 2009, con una producción de 400 kg de café pergamino seco, y a partir de allí fue aumentando la producción del cultivo anualmente hasta llegar al pico de 3000 kg, los cuales provienen de 7200 matas de café que están sembradas en un área de 1.4 ha.

El sistema de siembra en el municipio es con sombra, actualmente el cultivo cuenta con un 40% de sombra, el cual es el recomendado para los cultivos de café de la región.

El mantenimiento del cultivo comprende 2 fases anuales de nutrición de la planta en los meses de en los meses de Marzo (con el inicio de las primeras lluvias) y Septiembre, acompañados de 2 desyerbas realizadas simultáneamente con las fases de nutrición. Hasta el momento no ha sido necesario la utilización de riegos debido a la distribución de lluvias con las cuenta esta región del departamento.

La recolección de los frutos se hace manualmente en tres etapas, en cada etapa se recogen los frutos maduros y secos de la planta dejando los frutos verdes hasta su maduración para ser recolectados en etapas posteriores, esto con el fin de optimizar la calidad del producto final y atacar la broca en los cultivos; la segunda etapa de recolección es en la cual se recoge la mayor cantidad de café producido por cada planta; en la tercera etapa se recolectan los pocos frutos que quedan en la planta, debido a que la planta debe quedar sin frutos después de la cosecha para que la fase de floración se produzca de la mejor manera.

El beneficio del café se realiza de manera tradicional, sin ningún tipo de tecnificación, los frutos recolectados diariamente se someten al proceso de

despulpado en una máquina de cilindro de eje horizontal que está conectada a un motor eléctrico con una capacidad de procesar 300 kg por hora. La pulpa se transporta a una fosa de 2 metros cúbicos de donde posteriormente se obtiene abono orgánico.

El café pergamino con mucílago (viscosidad) se deposita en vasijas donde reposa por 12 horas y realiza su proceso de fermentación; al transcurrir este tiempo el café es lavado con agitación manual en tanques, en este proceso el consumo y la contaminación de agua es alto, alrededor de 20 litros por kilogramo de cps.

El proceso de secado se realiza en un patio de asoleo donde se seca con energía solar. El tiempo de secado es difícil de calcular debido a que este factor depende totalmente del clima que se presente en la época de cosecha, sin embargo por experiencias tenidas en anteriores cosechas revelan que el tiempo de secado en condiciones climáticas optimas es de 36 horas divididas en 5 días de secado, es decir, el café se expone a la energía solar una cantidad de 6 horas diarias, empezando a las 9:30 am y finalizando a las 3:30 de la tarde.

Después del proceso de secado, se dispone a pesar y empacar el café en costales de fibra de 50 kg cada uno, que se almacena un lugar sin humedad mientras se realiza la comercialización.

1.6 OPTIMIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL PROCESO CONOCIDO COMO “BENEFICIO HUMEDO Y SECO” EN LA INDUSTRIA DE CAFÉ

Como se ha dicho a lo largo de este documento, el proceso de convertir café cereza en café pergamino seco es llamado beneficio, el cual se realiza en una infraestructura conocida como BENEFICIADERO DE CAFÉ, el propósito de este documento es proponer estrategias para optimizar la infraestructura de un beneficiadero de café que cumpla con las normas técnicas específicas del manual del cafetero más reciente que publicó Cenicafe, y además que permita procesar la cantidad de café que se cosecha actualmente y en un futuro en la finca “Villa Ilma María”, debido a que actualmente existe un proyecto de expansión del cultivo con el cual se espera una producción de 100 cargas (12.500 kg) de café pergamino seco, esta infraestructura será diseñada con los objetivos de reducción de costos operativos, optimización del uso de agua para minimizar la contaminación e impacto ambiental, mejorar tiempos de secado y eliminar dependencia de la energía solar para el mismo fin y, fabricación de abonos orgánicos con los residuos del proceso de beneficio. Del mismo modo el objetivo de este documento es ser la base de información para los demás productores de café que deseen implementar parcial o totalmente la tecnología e infraestructura con la que se diseñará el beneficiadero.

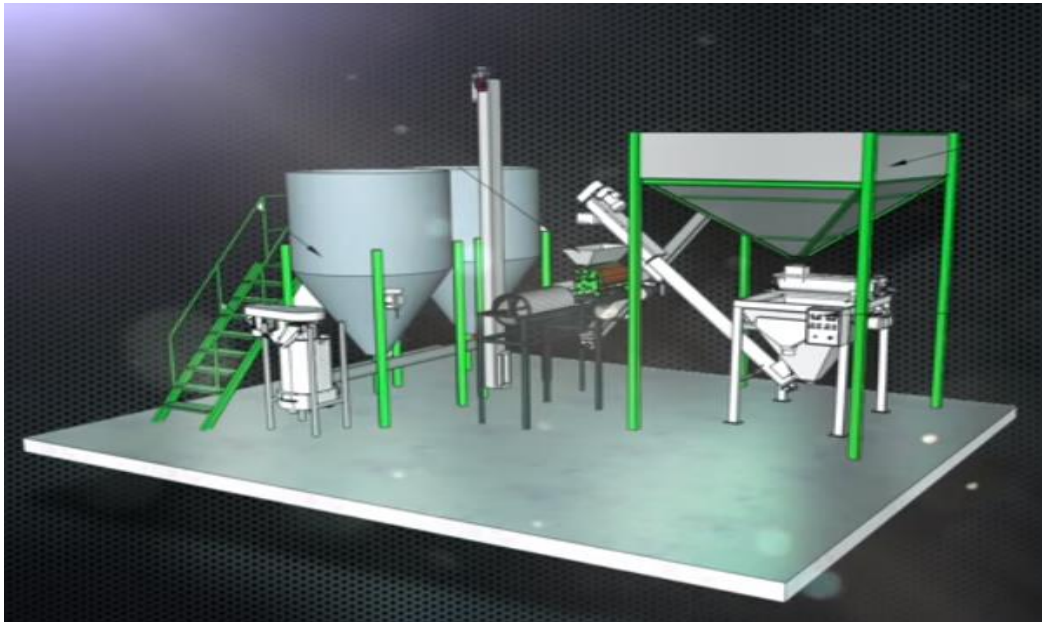
La tabla 5 y 6 muestran las densidades y factores de conversión para los diferentes estados que tiene el café a medida que pasa por el proceso de beneficio, y la imagen 7 muestra un bosquejo del beneficiadero que se quiere lograr.

Tabla 5. Densidad del café.

	Uribe (1977)	Presente estudio (2006)	
		Café Seleccionado	Café sin seleccionar
Densidad aparente (kg/m³)			
Fruto	600	621,57	616,50
Pulpa fresca	270	299,74	298,20
Grano de café en baba	800	826,71	803,40
Grano de café lavado	650	701,87	693,66
Grano de café escurrido	s.d.	687,17	678,31
Grano de café seco de agua	520	s.d.	s.d.
Grano de café pergamino	380	391,44	385,75
Grano de café almendra	680	709,99	707,31

Fuente: CENICAFÉ- Avances técnicos 370- Propiedades físicas y factores de conversión del café en el proceso de beneficio. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Publicaciones. Avances técnicos. p. 5 y 7. [Consultado 11, Enero, 2019]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/358/1/avt0370.pdf>

Imagen 7. Infraestructura para el proceso conocido como “beneficio húmedo y seco” en la industria de café



Fuente: FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA- Ecomill, tecnología para el lavado del café Tipos del Profesor Yarumo [Video]. [Youtube]. Bogotá D.C CO. 9, Octubre, 2018. [Consultado 27, Enero, 2019]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=TXAtyHvY0so>

Tabla 6. Factores de conversión para realizar transformaciones entre los estados del grano de café.

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

Fuente: CENICAFÉ- Avances técnicos 370- Propiedades físicas y factores de conversión del café en el proceso de beneficio. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Publicaciones. Avances técnicos. p. 5 y 7. [Consultado 11, Enero, 2019]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/358/1/avt0370.pdf>

1.6.1 Tolva seca para recibo de café

La tolva seca consiste en una especie de tanque de forma piramidal invertida ubicado a una altura determinada con angulación para que se pueda transportar la cereza de café por efectos de la gravedad, no requiere el uso de agua para el transporte, por lo tanto, este mecanismo permite reducir la cantidad de agua necesaria para producir cada kilogramo de cps.

El diseño de la tolva se dimensiona a partir del volumen de café cereza recolectada, la densidad del café cereza y el pico productivo o la cantidad de café recolectada el día en el cual se estima la mayor recolección. Por lo anterior se debe hacer el dimensionamiento de la tolva a partir del pico de producción diario que se estimará como el 3% de la producción total esperada (12.500 kg de café pergamino seco).

El 3% corresponde a 375 kg de cps, según Cenicafé⁶⁹, el factor de conversión para pasar café pergamino seco a café cereza es 4.89, por que se deduce que la tolva se debe dimensionar con una capacidad aproximada de 1850 kg de café cereza.

Según Cenicafé⁷⁰, en un metro cubico se pueden almacenar 621 kg de cereza, es decir que la tolva debe tener una capacidad volumétrica de 3.0 m³, la inclinación debe estar alrededor de 45° para el mejor transporte del fruto hacia la maquina clasificadora de materia prima, la imagen 5 muestra la tolva seca que se tomó como base para el diseño, las dimensiones pueden variar dependiendo de la cantidad de café que produzca cada cultivo.

1.6.2 Separador Hidráulico de Tolva y Tornillo Sinfín (SHTTS)

La calidad del café se ve afectada por frutos secos y otras impurezas que pueden ser removidas antes del proceso de despulpado, existen diferentes maneras de remover este tipo de impurezas, una de ella es el SHTTS, el cual se instala debajo de la tolva seca para recibo de café.

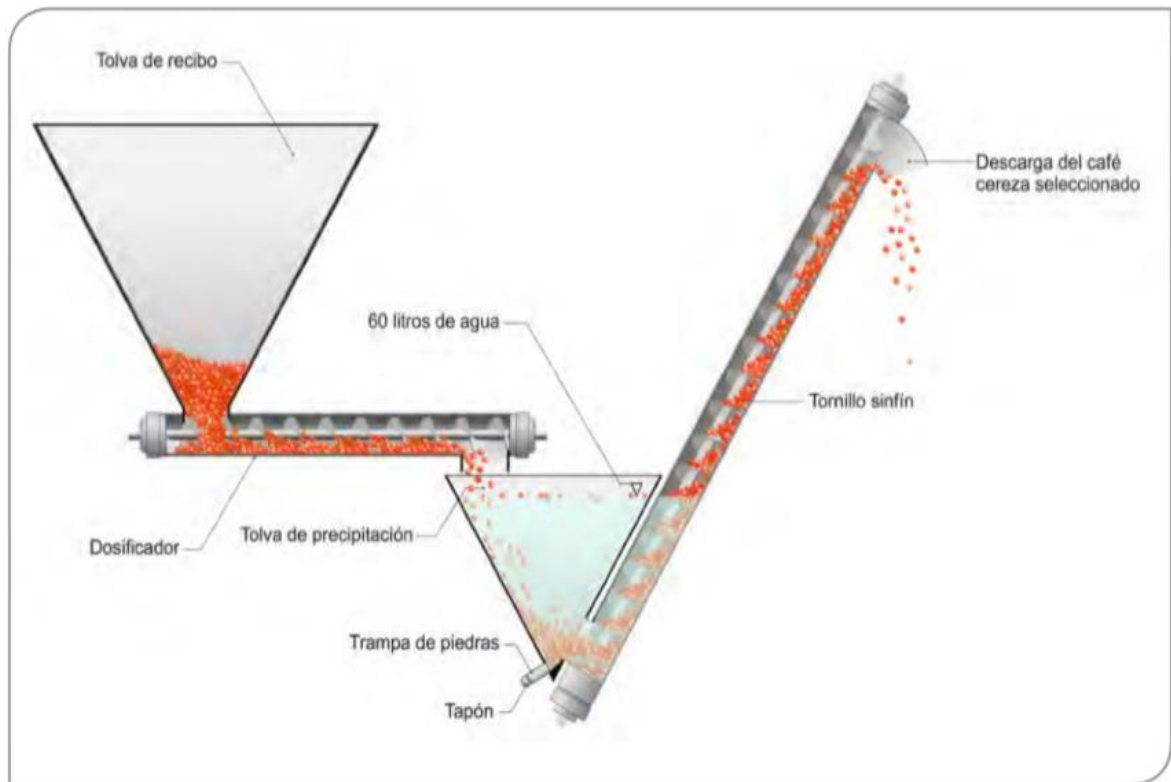
La imagen 8 muestra el proceso en el cual el café cereza recolectado es depositado en la tolva seca anteriormente descrita, aquí el café es transporta por efectos de gravedad a un dosificador que cumple la función de transportar el café cereza desde la tolva seca hasta la tolva de precipitación, de donde un tornillo

⁶⁹ CENICAFÉ- Avances técnicos 370- Propiedades físicas y factores de conversión del café en el proceso de beneficio. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. Sec. Publicaciones. Avances técnicos. p. 5 y 7. [Consultado 11, Enero, 2019]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/358/1/avt0370.pdf>

⁷⁰ Ibid. p. 5.

sinfín se encarga de descargar la materia prima seleccionada a la maquina despulpadora.

Imagen 8. Esquema de funcionamiento del SHTTS.



Fuente: CENICAFÉ- Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura. Tomo III [Sitio web]. Bogotá D.C CO. 2013. p. 15. [Consultado 11, Enero, 2019]. Archivo en PDF. Disponible en: https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/Manual_Cafetero/manualCafetero2p

La diferencia de densidades de los frutos secos e impurezas permiten seleccionar los frutos que van a ser transportados a la despulpadora.

En la tolva de precipitación flotan los frutos de menor densidad, los cuales pueden ser retirados manualmente. Los frutos de mayor densidad se decantan junto a las impurezas sólidas que pueden presentarse, por lo que se deben dosificar bien los frutos a la tolva de precipitación para que tengan el tiempo necesario de decantación.

El tornillo sinfín se alimenta 5 cm más arriba del fondo, dejando así un espacio conocido como “Trampa de piedras” donde se decantan impurezas sólidas tales como piedras, tallos y demás, que puede ser retirados por un orificio con tapón diseñado para tal fin.

El tornillo sinfín rota dentro de una camisa o tubo para permitir el transporte de los frutos seleccionados desde la tolva de precipitación hacia la descarga de frutos a la despulpadora.

Para evitar el alto consumo de agua, la descarga del tornillo sinfín está más alta que el nivel del agua, lo que permite que el agua que está siendo transportada hacia la despulpadora baje por efectos de gravedad y así mismo las impurezas más densas que no hayan sido atrapadas en la trampa de piedras.

Según Cenicafé⁷¹, la mejor eficiencia se obtiene cuando el tornillo sinfín trabaja con una inclinación de 60° con la horizontal, de esta manera la eficacia de remoción de frutos de menor densidad es del 96.7% y de frutos más densos es del 88.2%, lo que permite aumentar la calidad del producto final y reducir los daños en las despulpadoras por sólidos y demás impurezas de mayor densidad, también el estudio demostró que el consumo de agua es de 0.01 L por Kg de café en cereza, mucho menos que el utilizado para realizar la clasificación de materia prima de manera manual, como se hace actualmente.

1.6.3 Despulpadora de café

La imagen 9 muestra una despulpadora que se debe instalar en el punto de descarga del tornillo sinfín.

Se elegirá una despulpadora de cilindro horizontal debido a que no se van a manejar grandes cantidades de café para despulpar diariamente, esta va a estar accionada por un motor eléctrico que permite mayor velocidad de despulpado, tendrá una capacidad de 600 Kg de café en cereza por hora, Según Cenicafé⁷², el área de instalación es menor con respecto a la despulpadora vertical y en su punto de descarga se instalará unas zarandas rotatorias con varillas que permiten la selección del café despulpado por tamaño.

Las zarandas rotatorias tienen unas aberturas de tamaño determinado para que los granos que no cumplan con el tamaño requerido puedan ser retirados fácilmente, lo cual permite hacer una mejor selección de los granos despulpados que van a ser lavados y secados.

⁷¹ CENICAFÉ- Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura. Tomo III. Op. Cit., p. 15.

⁷² *Ibíd.*, p. 23.

Imagen 9. Despulpadora de eje horizontal con zaranda rotatoria cilíndrica con varillas.



Fuente: CENICAFÉ- Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura. Tomo III [Sitio web]. Bogotá D.C CO. 2013. p. 23. [Consultado 11, Enero, 2019]. Archivo en PDF. Disponible en: https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/Manual_Cafetero/manualCafetero2p

1.6.4 Tecnología ECOMILL® para el lavado de café

El proceso de lavado es donde se produce la mayor contaminación de agua y medio ambiente, es por ello que en el diseño se tendrá en cuenta la tecnología ECOMILL®, la cual es la que menos cantidad de agua utiliza para realizar dicho proceso y que permite recolectar el 100% de las mieles residuales para su posterior tratamiento, lo anterior garantiza que no existirá contaminación de fuentes hídricas de la finca donde sea implementada dicha tecnología.

Con la tecnología ECOMILL® el caficultor ahorrará la implementación de un tanque de fermentación, ya que este sistema incorpora un tanque cónico invertido en el cual se produce la fermentación, este tanque es alimentado por un tornillo sinfín que transporta el café en baba seleccionado en las zarandas rotatorias que se instalan al lado de la despulpadora, como se mencionó anteriormente.

Cuando el café ya ha pasado por su proceso de fermentación y se encuentra listo para lavar, es transportado desde el tanque de fermentación hacia el lavador por medio de un tornillo sinfín.

El lavador es en el único lugar donde se utiliza agua, alrededor de $0.34 \text{ L}^* \text{ Kg}^{-1}$ de cps. El café es lavado mediante esfuerzos cortantes diseñados por Cenicafé, garantizando un lavado sutil que garantiza un buen trato para el mismo.

Después de lavado, el café sale por un tubo PVC para proceder a secarlo, de la misma manera son retiradas las mieles residuales que están compuestas por el 100% del mucílago retirado en el proceso de lavado y el agua usada en el mismo, estas mieles serán tratadas para eliminar posible contaminación de fuentes hídricas como se mostrará más adelante.

Según Cenicafé⁷³, la tecnología ECOMILL® con capacidad de lavar $500 \text{ kg} * \text{ h}^{-1}$ con una sola entrada de agua que se controla por medio de válvulas, la eficiencia de remoción de mucílago es del 97.1% y la cantidad de agua utilizada en el proceso es $0.34 \text{ L}^* \text{ Kg}^{-1}$ de cps, como se mencionó anteriormente. Esta tecnología maneja la menor cantidad de agua utilizada en el lavado, lo cual es de suma importancia al momento de evaluar costos y daño ambiental, de la misma manera contribuye a facilitar el trabajo de las personas que realizan este proceso de manera manual y disminuye la mano de obra necesaria para tal fin.

Imagen 10. Tecnología ECOMILL® desarrollada en Cenicafé.



Fuente: FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA- Ecomill, tecnología para el lavado del café Tipos del Profesor Yarumo [Video]. [Youtube]. Bogotá D.C CO. 9, Octubre, 2018. [Consultado 27, Enero, 2019]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=TXAtyHvY0so>

⁷³ *Ibíd.*, p. 35.

1.6.5 Infraestructura para el manejo de subproductos

En el manejo de subproductos del café se requiere de diferentes prácticas y procesos para la utilización y tratamiento de los residuos generados por el beneficio del café, todo ello con el fin de lograr evitar impactos ambientales adversos en el ecosistema cafetero y que se puedan generar a partir de esos residuos, que son procesos de producción limpias y amigables con el medio ambiente.

Se utilizará un tanque de aprovechamiento de residuos donde se va a llevar a cabo el proceso para la obtención de abonos orgánicos que sirven como nutrientes en el cultivo de café, este debe tener una capacidad de almacenamiento de 25 metros cúbicos de acuerdo a la cantidad de café que se produce y especificaciones aconsejadas por el técnico de la Federación Nacional de Cafeteros. Este tanque puede ser construido en concreto para prolongar su vida útil y debe estar aislado del cultivo para evitar la migración de broca u otros organismos indeseables en el mismo.

En el tanque será acumulada toda la pulpa que resulte del proceso, debe estar techado para evitar que las aguas lluvias se contaminen en este punto y aislado del suelo para que se produzca drenaje de las mieles.

Según Cenicafé⁷⁴, las mieles resultantes del proceso de lavado pueden ser vaciadas en el tanque descrito anteriormente para que sean retenidas por la pulpa, el estudio revela que el 80% de las mieles son retenidas en el primer vaciado, por lo cual se debe recolectar el 20% restante para un segundo vaciado, donde el 100% de las mieles son retenidas. De esta manera se reduce a 0% la contaminación que pueda ocurrir.

En el tanque se realiza el proceso de compostaje (abono), en el cual se obtiene abono orgánico que se utiliza en los procesos de nutrición de las plantas de café o de los suelos de la finca en general.

1.6.6 Horno secador de café

Para disminuir tiempos de secado y de esta forma costos de producción, se requiere el uso de un horno para el secado del café, debido a que en época de cosecha la energía solar es variable y muchas veces escasa para realizar este proceso.

El café que ingresa al horno debe estar escurrido o seco de agua para que el proceso sea más eficiente.

⁷⁴ Ibid.

El horno debe estar diseñado en tres cámaras. En cada cámara se procesan capas de café de 20 centímetros de espesor.

Cada cámara tendrá la capacidad de secar 200 kilogramos de café seco de agua, por lo que las dimensiones de cada cámara del horno serán de 1.5 metros de largo por 1.5 metros de ancho.

Las cámaras estarán divididas virtualmente en 2 capas, una inferior y otra superior para el mejor manejo del secado, debido a que al transportar el café de una cámara a otra se invierten las capas superior e inferior con el fin de realizar un secado uniforme; este proceso se realiza al pasar de la cámara de presecado 2 a la cámara de presecado 1 y de la cámara de presecado 1 a la cámara de secado.

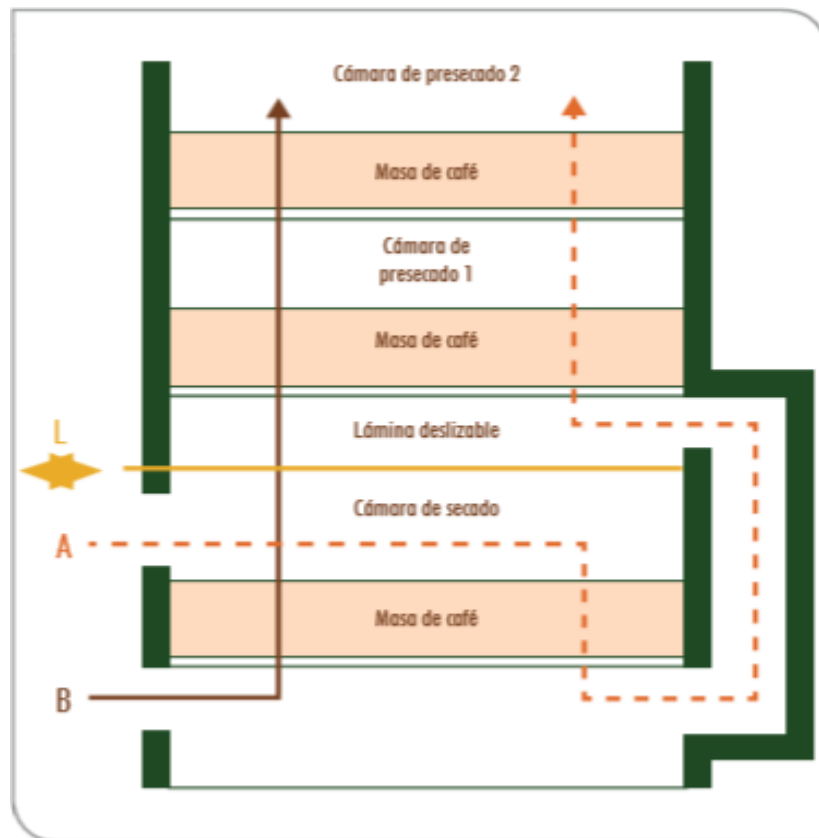
La imagen 11 muestra la disposición de las cámaras en el horno de secado de café.

Para que ocurra el proceso de secado, se debe inyectar aire caliente con la ayuda de un ventilador y el proceso de combustión de cascarilla de café, en el cual el aire caliente ingresa al horno y pasa por entre el café, secándolo de manera uniforme con la ayuda del proceso descrito anteriormente, y sale al ambiente por un ducto dispuesto para tal fin.

En la imagen 11, se puede apreciar también las líneas que representan la dirección del flujo de aire, debido a que el horno diseñado cuenta con un intercambiador de calor que permite el paso de aire por diferentes vías para mejorar la uniformidad del secado.

Las capas de café deben durar 6 horas en cada cámara, durante este tiempo el horno debe estar a una temperatura de 50°C, la cual será registrada por una termocupla (herramienta utilizada para la medición de la temperatura) dispuesta al interior del horno y en contacto con el café para asegurar que la temperatura necesaria. En el momento en que el horno alcanza la temperatura deseada, automáticamente se apaga para evitar quemar el café.

Imagen 11. Esquema de funcionamiento de un secador de 3 cámaras fijas, con inversión de aire en la cámara inferior



Fuente: CENICAFÉ- Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura. Tomo III [Sitio web]. Bogotá D.C CO. 2013. p. 64. [Consultado 27, Enero, 2019]. Archivo en PDF. Disponible en: https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/Manual_Cafetero/manualCafetero2p

En la primera cámara o cámara de presecado 2 se trabaja el café recientemente lavado y escurrido, aquí se extiende el café en una capa homogénea de 20 cm y donde después de un tiempo de 6 horas se debe trasladar a una segunda cámara llamada presecado 1 por medio de compuertas que se accionan externamente, dejando pasar en primer lugar la capa superior que es la capa más húmeda.

Luego de 6 horas en la cámara de presecado 2 se realiza el proceso anterior para trasladar el café a la cámara de secado donde nuevamente se invierten las capas superior e inferior, en esta última cámara el café tarda 6 horas más para que se obtenga un producto con una humedad de entre 10 a 12%.

En cada ciclo se invierte también la dirección del flujo de aire para los fines validados anteriormente.

El horno tiene una capacidad de 200 kg de café lavado por cámara, por lo cual, si se alimenta de café cada vez que termina un ciclo, obteniendo un café seco cada 6 horas. Después de este proceso el café seco se debe dejar reposar 4 horas antes de ensacarlo.

La imagen 12 muestra un horno secador de café que tiene como combustible cascarilla de café, la alimentación del combustible se realiza por gravedad, evidenciando el motor que acciona al ventilador que toma el aire del ambiente para posteriormente ser calentado y las cámaras dispuestas para el proceso descrito anteriormente.

Imagen 12. Horno con intercambiador de calor y alimentación por gravedad de cascarilla de café.



Fuente: CENICAFÉ- Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura. Tomo III [Sitio web]. Bogotá D.C CO. 2013. p. 65. [Consultado 13, Enero, 2019]. Archivo en PDF. Disponible en: https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/Manual_Cafetero/m anualCafetero2p

2. CONCLUSIONES

- Los factores de temperatura, características de suelos, ubicación geográfica, distribución de lluvias, producción de café 100% arábico lavado, entre otras características, convierten a Colombia en el primer productor de café de alta calidad a nivel mundial.
- La tendencia al alza de las exportaciones de café, revelan un escenario positivo para los pequeños y grandes productores, debido a la posibilidad de mejorar ingresos, aumentando productividad e inversión en los cultivos.
- Los procesos productivos de café pueden ser mejorados con el uso de tecnología de punta y mayor tecnificación, debido a que en este momento el productor de café lleva a cabo prácticas artesanales para la producción.
- Con la optimización de la infraestructura física del cultivo de café para el beneficio húmedo y seco de café en la finca “Villa Ilma María” disminuye costos de mano de obra, debido a que la implementación del proyecto disminuye a la mitad el talento humano requerido en los procesos.
- La tecnología ECOMILL® para el lavado de café, permite la reducción de costos referentes a la construcción de un tanque de fermentación, debido a que esta tecnología incorpora este sistema.
- La cantidad de agua utilizada para el beneficio húmedo del café se reduce en un 98.5%, debido a que el proceso actual demanda 20 litros de agua por kilogramo de café pergamino seco producido y, el diseño estipula que la cantidad de agua necesaria para el proceso es 0.3 litros por kilogramo de café pergamino seco producido.
- El tiempo de secado se reduce en promedio 50%, debido a que pasa de 36 horas en condiciones óptimas divididas en 5 días (tiempo de secado actual con energía solar) a 18 horas continuas (tiempo de secado en horno).
- El proceso de secado debe ser llevado a cabo en cualquier momento de la cosecha, debido a que no depende de las condiciones climáticas que se tengan.
- El secado de las mieles provenientes del lavado del café minimizan el daño ambiental y la contaminación causada por el mismo.
- La preparación de abonos orgánicos con los residuos del proceso de despulpado disminuyen el uso de abonos inorgánicos, y así los costos generados por los mismos.

3. RECOMENDACIONES

- Realizar inversión en tecnología e infraestructura diseñada y propuesta en el presente documento, que busca mejorar los procesos productivos de la misma y obtener mejores rentabilidades.
- El presente documento, sirve como base para implementar la infraestructura para el beneficio húmedo y seco de café, realizando el análisis correspondiente a la cantidad de café que produce y las debilidades que tienen los procesos actuales para una mejor distribución de la inversión.
- Se debe capacitar el personal que trabaja en la finca para que tenga el conocimiento necesario para el buen uso los equipos, máquinas y demás elementos con los cuales se diseñó este beneficiadero.

BIBLIOGRAFIA

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS-FNC- Nuestro café. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. [Consultada 14, diciembre, 2018]. Disponible en: https://www.federaciondecafeteros.org/particulares/es/nuestro_cafe

CAFÉ DE COLOMBIA- La gente del café. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. [Consultada 14, diciembre, 2018]. Disponible en: http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/la_tierra_del_cafe/la_gente_del_cafe/

CAFÉ DE COLOMBIA- El café de Colombia. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. [Consultada 14, diciembre, 2018]. Disponible en: http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/el_cafe_de_colombia/

CENICAFÉ- Beneficio del café. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. [Consultada 14, diciembre, 2018]. Disponible en: https://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos_cafe/beneficio

CAFÉ DE COLOMBIA-Una bonita historia. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. [Consultada 14, diciembre, 2018]. Disponible en: http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/el_cafe_de_colombia/una_bonita_historia/

CAFÉ DE COLOMBIA-Nuestras Regiones cafeteras. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. [Consultada 14, diciembre, 2018]. Disponible en: http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/la_tierra_del_cafe/regiones_cafeteras/

FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS-El café de Colombia- Nuestra oferta ambiental. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. [Consultada 14, diciembre, 2018]. Disponible en: https://www.federaciondecafeteros.org/clientes/es/nuestro_cafe/el_cafe_de_colombia/

CÁRDENAS, Jorge- La industria del café en Colombia. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. p. 4. [Consultada 20, Diciembre, 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/Cardenas%20-%20Industria%20del%20cafe%20en%20Colombia.pdf>

CLAVIJO, Sergio y JOYA, Juan- Panorama cafetero 2017-2018. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. 20, Noviembre, 2017. [Consultado 20, Diciembre, 2018]. Disponible en: <https://www.larepublica.co/analisis/sergio-clavijo-500041/panorama-cafetero-2017-2018-2571638>

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS-FNC- Comportamiento de la industria cafetera Colombiana. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. 2017. p. 6-7. [Consultado 20, Diciembre, 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/Informe_Industria_2017.pdf

COMITÉ DE CAFETEROS DE NORTE DE SANTANDER. Nuestro café- Nuestra caficultura. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. [Consultado 22, Diciembre, 2018]. Disponible en: https://nortedesantander.federaciondecafeteros.org/fnc/inc_nuestro_cafe/category/118

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS- FNC- Informe comités departamental. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. p. 99. [Consultado 22, Diciembre, 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/Norte%20de%20Santander1.pdf>

REVISTA ACTIVA- Norte de Santander, cuna del café colombiano. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. [Consultada 22, Diciembre, 2018]. Disponible en: <http://revistactiva.com/norte-de-santander-cuna-del-cafe-colombiano/>

CENICAFÉ- Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura. Tomo II [Sitio web]. Bogotá D.C CO. 2013. p. 8. [Consultado 26, Diciembre, 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/Manual_Cafetero/manualCafetero2p

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS - FNC- Guía ambiental para el sector cafetero. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. p. 63. [Consultado 26, Diciembre, 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/8Capitulo6.pdf>

CENICAFÉ- Avances técnicos 271- El selector de arvenses modificado. [Sitio web]. Bogotá D.C. CO. p. 1. [Consultado 26, Diciembre, 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0271.pdf>

CENICAFÉ y FNC- Manejo integrado de enfermedades y corrección de disturbios nutricionales del café. [Sitio web]. Bogotá D.C CO. p. 9. [Consultado 26, Diciembre, 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/836/1/Manejo%20integrado%20enfermedades.pdf>

CAFÉ DE COLOMBIA- Un producto especial- Post-cosecha. [Sitio web]. Bogotá D.C CO. [Consultado 27, Diciembre, 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/el_cafe/post-cosecha/