

Manual práctico de operación y mantenimiento preventivo para despulpadoras de café de cilindro horizontal marcas Enco y Penagos Hermanos en el municipio de Yacuanquer (Nariño)

Autores

Damir Herney Arcinieas Toro Código 23551819431

Gabriel Alonzo Yandar Riascos Código 23551811

RESUMEN: En el presente proyecto se elabora un manual práctico de operación y mantenimiento preventivo para despulpadoras de café electromecánicas, basado en la norma de mantenimiento UNE-EN 13460 y en la metodología de mantenimiento preventivo LEM. El trabajo se desarrolla en el municipio de Yacuanquer (Nariño), para mejorar el rendimiento y disminuir la aparición de fallas en las máquinas despulpadoras. De igual forma, servirá como una guía para entender el funcionamiento y operación de estas máquinas por parte de los pequeños productores de café. La importancia del proyecto radica en que muchas de las máquinas utilizadas han sido modificadas con el fin de reemplazar el sistema de funcionamiento manual de manivela, por otro que utiliza un motor de corriente eléctrica. Por esta razón, los manuales existentes no responden a las necesidades actuales de los caficultores. Finalmente, la construcción del manual busca mejorar el proceso de despulpado para que los caficultores comercialicen el café a un mayor precio, mejorando la calidad y el nivel de producción.

PALABRAS CLAVE: procesamiento de café, máquina despulpadora, mantenimiento preventivo, manual de operación.

ABSTRAC

In this project, a practical preventive maintenance and operation manual for electromechanical coffee pulpers is prepared, based on the UNE-EN 13460 maintenance standard and the LEM preventive maintenance methodology. The work is carried out in the municipality of Yacuanquer (Nariño), to improve performance and reduce the appearance of failures in pulping machines. In the same way, it will serve as a guide to understand the functioning and operation of these machines by small coffee producers. The importance of the project lies in the fact that many of the machines used have been modified in order to replace the manual crank operating system with another that uses an electric current motor. For this reason, the existing manuals do not respond to the current needs of coffee

growers. Finally, the construction of the manual seeks to improve the pulping process so that coffee growers sell coffee at a higher price, improving quality and the level of production.

I. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

En los municipios de Yacuanquer, Tanga, Imues, al igual que en varios municipios del país, su principal actividad agrícola y fuente de ingresos es el cultivo, cosecha y comercialización del café. En el municipio de Yacuanquer la mayor parte de caficultores son pequeños productores que tienen de 1 a 5 hectáreas de café, donde la variedad que más se cultiva es la variedad castillo. La calidad de un grano de café está condicionada por una gran cantidad de factores. Así, todas las circunstancias que rodean su crecimiento y producción; como el clima, la forma en que la tierra y los árboles son tratados, la altitud, la composición del suelo, la sombra que reciben los cafetales, el tipo de recolección de la cereza y, por último, el tipo de proceso utilizado para tratar los granos; van a determinar sus particularidades y su sabor. (Vilardell, 2012).

En Colombia, la parte de la producción de café se ha venido modernizando a una escala mayor, pero los pequeños productores de la región no han tenido recursos para modernizarse, y han venido cosechando el café de forma tradicional; algunos con máquinas despulpadoras manuales y otros con máquinas despulpadoras de café con motor eléctrico. (Hernández, 2016).

En los últimos años se ha venido desarrollando trabajos de mejoramiento de despulpadoras de café, en los cuales el objetivo es mejorar el rendimiento y la eficiencia de las despulpadoras. (Dario, 2004). En el departamento de Nariño, la mayoría de los caficultores siembran, cosechan y procesan el café de forma artesanal. Una parte importante de este proceso se realiza en el procedimiento de

despulpado, donde se separa la cáscara de la semilla utilizando una maquina llamada despulpadora (Brabo, 2021).

Según lo expresan los dueños de las despulpadoras, inicialmente se adquirieron equipos de operación manual, en su mayoría de las marcas Enco y Penagos Hermanos de cilindro horizontal. Con el pasar del tiempo, los equipos se mejoraron instalando nuevos cilindros despulpadores y adaptándoles motores eléctricos o de combustión interna. Por esta razón, estos equipos no cuentan con manuales, planes de mantenimiento, o información acerca de las máquinas que incluyan estas modificaciones.

Las partes principales de estas máquinas son: el cilindro, los engranes, las poleas, el motor eléctrico y las protecciones. La Figura 1 muestra los diferentes componentes de una despulpadora, entre los cuales se encuentran el sistema impulsor, compuesto por el motor, generalmente de 0.5 hp, con una transmisión de bandas con una relación de 3:1, que disminuyen la velocidad del motor de 1740 rpm a 400 rpm y aumentan el torque para el proceso de despulpado.

Figura 1. Elementos de la máquina despulpadora.



Fuente: Elaboración propia

Uno de los referentes para el proyecto corresponde a la empresa JM Estrada S.A, la cual es el fabricante más antiguo de despulpadoras en Colombia, con 150 años de experiencia en la producción de estas máquinas. Las despulpadoras son máquinas robustas y de larga vida útil, fabricadas en hierro colado con pechero torneado para lograr un perfecto ajuste de este contra el cilindro, sistema de graduación que permite verificar visualmente el ajuste de todo el pechero

contra el cilindro subir y bajar el mismo en el plano vertical. La transmisión es con cadena y piñones fresados lo cual las hace completamente silenciosas y precisas. ((JM, 2020)

Este proyecto busca brindar a los caficultores de la región un manual práctico de operación y mantenimiento preventivo para despulpadoras de café de cilindro horizontal marcas Enco y Penagos Hermanos, las cuales representan un porcentaje significativo de las máquinas existentes en el municipio de Yacuanquer. Para ello, se analizaron las prácticas de procesamiento del café de los campesinos de la región, de donde se obtuvo la mayor parte de la información sobre el proceso de despulpado y las labores de mantenimiento realizadas. Adicionalmente, se usaron diferentes referencias bibliográficas, con el fin de aplicar metodologías, formatos y prácticas de mantenimiento reconocidas y validadas en la industria.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El café está atravesando por una crisis que afecta alrededor de 25 millones de productores de café a nivel mundial, debido a la disminución del precio pagado al caficultor durante los últimos 30 años. En los países en vía de desarrollo, los cultivadores de café son pequeños propietarios, en su mayoría con cerca de una hectárea cultivada; lo que dificulta la tecnificación del proceso. Además, las máquinas empleadas son muy antiguas y con un bajo nivel de producción, por lo cual se han realizado adaptaciones para cambiar el sistema de funcionamiento manual, por otro que utiliza en su mayoría motores eléctricos. Las deficiencias en el mantenimiento de las máquinas y los errores en su operación, generan pérdidas económicas por fallos imprevistos, parada de la producción y mala calidad del producto. Esta situación, sumada al bajo precio del producto y el aumento del costo de producción pone en riesgo el sustento de las familias productoras (Vilardell, 2012).

Durante los últimos dos años, se han evidenciado problemas en el proceso de despulpado debido a paros frecuentes de la maquina por fallos mecánicos y eléctricos. Esto se debe a varios factores, el primero es debido a que no se realiza un almacenamiento y mantenimiento adecuado de la despulpadora. Por lo general, estos equipos se almacenan en lugares pequeños y húmedos, no se les realiza limpieza a los componentes, ni se lubrican los ejes y rodamientos. La humedad ocasiona que los componentes fabricados en hierro se oxiden con mayor rapidez. La falta de lubricación en los ejes y engranes hace que se llenen de polvo humedad, y al no estar bien

lubricados generan mayor fricción, y por ende, se recalientan y fallan. El desgaste del cilindro despulpador genera menor presión y hace que el café salga con cáscara, lo que obstruye los conductos (PLAYER, 2018).

Otro aspecto a considerar por la falta de mantenimiento es la presencia de vibraciones nocivas en el motor, especialmente por el desgaste excesivo de los rodamientos, que hacen que la maquina empieza a partir la pepa, o la pepa salga con la cascara. Esta situación podría mejorarse si se establecen mejores prácticas para el almacenamiento y se planean las operaciones de mantenimiento, estableciendo cronogramas donde se estipulen los horarios para inspeccionar, lubricar y cambiar componentes desgastados.

El segundo factor está relacionado con el personal que opera la máquina, el cual no está capacitado para manejar la despulpadora y realizar su mantenimiento rutinario. Lo anterior, genera un mal uso de la despulpadora, sobrecargándola por encima de la capacidad normal, con el consecuente fallo y desgaste excesivo de los componentes. En este sentido, el proyecto busca realizar un manual práctico de operación y mantenimiento, donde se incluyan formatos como la ficha del equipo, la orden de trabajo, la historia de la máquina, y una lista de chequeo con los pasos para el uso adecuado de la despulpadora de café (Patiño, 2021).

El tercer y último factor que ocasiona fallos en la despulpadora de café corresponde a la clasificación de los granos. Partículas extrañas; granos secos, muy maduros o verdes; así como granos de gran tamaño, ocasionan que la máquina se atasque o que se sobrecargue. Los problemas de almacenamiento, mantenimiento, operación y clasificación del café, pueden generar variaciones en la velocidad de rotación del motor, problemas de vibración y fallas en el cilindro o los ejes; afectando el funcionamiento de la despulpadora y generando granos partidos o con cáscara. Esta situación reduce la calidad del café, y por ende, disminución en su precio de venta y pérdidas económicas para los caficultores (Patiño, 2021).

En los últimos años, los campesinos del municipio de Yacuanquer, han venido quejándose del bajo precio que pagan los comercializadores, justificado por la baja calidad del grano de café, que sale partido o con cascara. Por ello, buscan encontrar una solución a este problema, ya que los ingresos de la venta del café no les cubre la inversión en mano de obra para paliar, desyerbar, cosechar y para adquirir los productos químicos que utilizan en la producción del café. Si esta situación continúa, los campesinos se verán obligados a cambiarse a otros cultivos como el maíz, la caña de

azúcar, el frijol, o la cebolla; disminuyendo la posibilidad de ingresos por la exportación del café a mercados internacionales.

III. JUSTIFICACIÓN

Desde una perspectiva económica, el cultivo de café con calidad de exportación, representa la posibilidad de ingresos adicionales para los caficultores. Colombia es el tercer país exportador de café del mudo y el país más exportador de café suave del mundo. (Cafeteros F. N., 2019). Los consumidores más grandes son los Países Nórdicos y el consumo per cápita en Noruega, Dinamarca y Finlandia es de más de 10 kg/persona por año. (Sonia, 2020). Otros países de Europa Occidental, también son grandes consumidores con 4 a 8 kg/persona. En comparación, el consumo de países como EEUU, Canadá y Australia es menor.

Desde el punto de vista técnico, actualmente los caficultores de la región únicamente realizan el mantenimiento correctivo de la despulpadora, esperando a que ocurra el fallo para realizar la intervención. Esta situación demanda mayor costo de la mano de obra y costo de los repuestos. Así mismo, genera paradas en la producción, afecta los horarios de recolección y causa incumplimiento de las fechas de entrega. Lo anterior, sumado a la menor calidad del producto, genera pérdidas económicas para el campesino y desmotivan el cultivo de café (JONATHAN, 2017).

La construcción de un manual práctico de operación y mantenimiento preventivo para las despulpadoras de café en el municipio de Yacuanquer, presenta múltiples ventajas. La primera, es que beneficiará a un porcentaje significativo de los caficultores, puesto que las máquinas despulpadoras empleadas en la región presentan características similares y usan los mismos componentes. La segunda, es que permitirá identificar las posibles condiciones de falla y sus causas, permitiendo su diagnóstico oportuno, la disminución de los costos de reparación, reducción de los tiempos de parada y aumento de la vida útil de la máquina (Meneses, 2020).

El manual proporcionará información sobre los sistemas y partes que componen la máquina, así como recomendaciones sobre su operación y labores de mantenimiento rutinario. Por esta razón, podrá ser empleado como herramienta para capacitar a los operarios de la máquina. De igual forma, brindará herramientas para la gestión del mantenimiento de acuerdo a las recomendaciones de la norma de mantenimiento UNE-EN 13460 y la metodología de mantenimiento LEM preventiva.

IV. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

Elaborar el manual práctico de operación y mantenimiento preventivo para despulpadoras de café de cilindro horizontal marcas Enco y Penagos Hermanos en el municipio de Yacuanquer (Nariño).

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar los sistemas, subsistemas y componentes de la despulpadora de café, así como las causas de falla y labores de mantenimiento rutinario para la máquina.
2. Determinar las tareas o actividades de mantenimiento que se debe realizar para cada uno de los sistemas identificados, así como los formatos requeridos según la norma UNE-EN 13460 y la metodología de mantenimiento LEM preventiva.
3. Estandarizar un manual práctico de operación y mantenimiento para despulpadoras de cilindro horizontal marcas Enco y Penagos Hermanos.

V. METODOLOGIA

El proyecto de investigación será de tipo descriptivo, aplicando la metodología de mantenimiento LEM preventiva a la elaboración de un manual práctico de operación y mantenimiento de despulpadoras de cilindro horizontal marca Enco y Penagos Hermanos. Las actividades se realizarán en tres etapas:

ETAPA 1

1. Realizar visitas a las fincas con el fin de inspeccionar las despulpadoras de café e identificar sus sistemas, subsistemas y componentes, así como sus condiciones de fallo y labores de mantenimiento.
2. Caracterizar los sistemas, equipos, elementos de la despulpadora de café, y realizar una simbolización y registro de los subsistemas, sistemas y elementos de la máquina que se está estudiando.
3. Analizar las tareas o funciones del sistema en su conjunto para determinar cuáles son los componentes que trabajan a mayor presión y se desgastan con mayor rapidez.
4. Establecer las causas de falla o problemas de funcionamiento de la máquina, así como las medidas correctivas realizadas.

ETAPA 2

5. Elaborar formato de orden de trabajo para la despulpadora de café.
6. Desarrollar planes de lubricación para ejes y rodamientos.
7. Realizar tabla sobre el tipo de fallo que puede presentarse el sistema eléctrico y el sistema mecánico, y el mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad que se le puede realizar para cada componente.
8. Realizar el análisis de criticidad para la despulpadora de café.
9. Realizar la ficha de equipo para la despulpadora de café.
10. Realizar el diagrama de Ishikawa causa efecto en forma general y para cada sistema.
11. Realizar el formato de una historia de equipo para realizar un histograma de la cantidad de fallos que se han presentado.

ETAPA 3

12. Establecimiento de los fallos funcionales y técnicos, los modos de fallo o causas de cada una de estos.
13. Propuesta de medidas preventivas que logren disminuir al máximo la presencia de los fallos a la hora del funcionamiento.

VI. MARCO TEORICO

Proceso de despulpado del café

Es un proceso mediante el cual se separa la pulpa de la cereza del café, este proceso se realiza después de la recolección del café maduro. Para ello, se vacía el café maduro en una máquina llamada despulpadora de café, en la cual se encuentran el cilindro despulpador y el pechero los cuales exprimen el café y separan la semilla de la pulpa del café. La semilla se separa de la cascara y se almacena, se lava, se seca, para posteriormente comercializarla.

En la Figura 2 se puede observar la máquina despulpadora impulsada por un motor eléctrico de 0.5 hp. En la imagen se puede observar componentes de la máquina como lo es la tolva, el pechero, los canales, las poleas. Se puede observar que la despulpadora está funcionando, el operario está vaciando café castillo, antes de usarla se limpió y se lavó la máquina, también se lubricó, se inspecciona la tensión de las bandas y se llenó la orden de trabajo, imagen elaboración propia, finca.

Figura 2. Proceso de despulpado del café



Fuente: Elaboración propia, Finca Villa Hermosa Arguello Alto.

Despulpado: Es el proceso mediante el cual, se despoja el grano de la pulpa. Las despulpadoras son máquinas en las cuales se hace la separación de la pulpa y el grano. Las máquinas despulpadoras tradicionales en Colombia son las de cilindro o tambor horizontal. Las despulpadoras tradicionales son máquinas sencillas que requieren para su funcionamiento un buen manejo, cuidados y vigilancia constante.

Figura 2.1: Dibujo tolva de una despulpadora de café.

Las partes de una despulpadora de cilindro horizontal son las siguientes:

- La tolva: es la parte de la máquina que recibe el café en cereza. A veces va complementada con otra tolva mayor, de madera o cemento con el fin de aumentar la capacidad de recibo, ver Figura 2.1.

Figura 2.1: Dibujo tolva de una despulpadora de café.

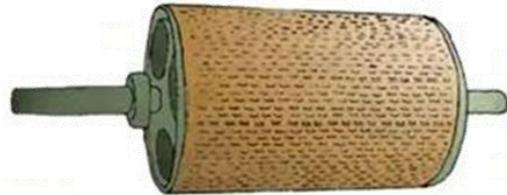


Fuente: Elaboración propia

Figura 2.2: Cilindro despulpador

- El cilindro o tambor: es la parte donde va a asegurarse la camisa. El cilindro tiene una serie de huecos en forma cónica, en los cuales se colocan los “trancos” y de estos se pega la camisa. Al cilindro lo soportan las cureñas por medio de chumaceras de buje o salineras, ver Dibujo 2.

Figura 2.2: Cilindro despulpador



Fuente: Elaboración propia

- Volante: es la rueda con la cual, se hace girar el cilindro, Ver figura 2.3.

Figura 2.3: Dibujo manivela

- Manivela: sirve para accionar manualmente el volante. Cuando la máquina es accionada con motor, se debe quitar la manivela para evitar accidentes. Ver figura 3

Figura 2.3: Dibujo manivela

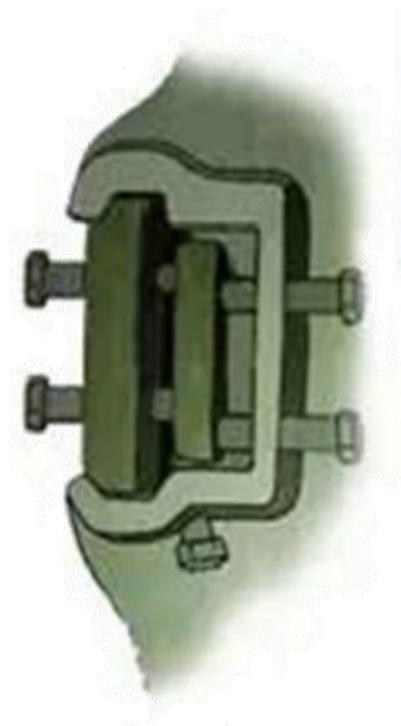


Fuente: Elaboración propia

Figura 2.4: Dibujo platinas

- Las platinas o cuchillas alimentadoras o abastecedoras: son cuatro platinas que sirven para regular el paso del café, ver figura 2.5.

Figura 2.4: Dibujo platinas



Fuente: Elaboración propia

Figura: 2.5 Dibujo chumaceras

- Las Chumaceras de buje o balineras: son las piezas sobre las cuales, gira el cilindro, Ver figura 2.5.

Figura 2.5: Dibujo chumaceras



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2.6: Piñones

- Los piñones: Son dos ruedas dentadas que transmiten el movimiento del cilindro al eje alimentador. Algunas máquinas tienen dos platinas unidas, llamadas bielas, que reemplazan los piñones.

Figura 2.6: Piñones



Fuente: Elaboración propia

Figura 2.7: Dibujo cureñas

- Las cureñas: son dos piezas que sirven de base y soporte para ensamblar las demás piezas de la máquina ver figura 2.7.

Figura 2.7: Dibujo cureñas



Fuente: Elaboración Propia

- Las cuñas y sus tornillos: las cuñas son unas platinas que sirven para hacer la graduación del pechero acercándolo o separándolo del cilindro.

- Los tornillos tensores o sueltas: son cuatro tornillos largos, que sirven para unir las cureñas entre sí, ver figura 2.8.

Figura 2.8: Dibujo eje del alimentador

- Eje alimentador: es el que permite el paso del café, de la tolva al pechero (sistema pasa no pasa) en forma regulada, ver figura 2.8.

Figura 2.8: Dibujo eje del alimentador



Fuente: Elaboración propia

Figura 2.9: Pechero

- El pechero: es la parte de la maquina donde se detiene el grano para ser despulpado, ver Figura 2.9. El pechero consta de las siguientes partes:
 1. Las ventanas o cordones.
 2. Los biseles laterales.
 3. Los canales donde se despulpa el grano
 4. La cámara de la pulpa
 5. Las ventanas o chorros: Son los huecos de Pasa el grano.
 6. Las orejas: Sirven para hacer el ajuste del pechero.

Figura 2.8: Dibujo eje del alimentador



Fuente: Elaboración propia

- El babero: es una platina que conduce el grano despulpado que sale por los chorros del pechero al canal, que lo transporta a la zaranda o a los tanques de fermentación.

- Los tacos: son pieza de madera o plástico con punta cónica, que se introducen en los huecos del cilindro para asegurar la camisa con puntillas de una pulgada con cabeza.

- La camisa: es una lámina de cobre, acero o hierro galvanizado, que tiene por una de sus caras un grabado dentado, el cual hace desprender contra el pechero la cascara del café. El cambio de la camisa debe hacerse por desgaste normal de trabajo o por daños accidentales causados por ajuste excesivo del pechero, entrada de piedras u objetos metálicos a la tolva, o por esponjado de la camisa cuando se pudren los tacos.

Procesos posteriores al despulpado:

Fermentación: esta operación tiene como fin hacer que el mucílago que cubre el pergamino se descomponga y una vez fermentado, se disuelva en el agua, eliminándose por medio del lavado. La fermentación normal tiene una duración de 18 a 30 horas. Ella no debe pasar este límite, para evitar el deterioro de la calidad.

Lavado: cuando el café está en el punto apropiado de fermentación, se debe proceder inmediatamente a lavarlo.

Secado: Se puede realizar de dos formas:

Al sol: El secado natural o al sol da la mejor calidad, siempre y cuando el café no se moje durante su secado.

El secado mecánico: A través del empleo de secadoras. Es aconsejable para producciones mayores de 1000 arrobas anuales; este proceso consiste en el calentamiento del aire logrando así dejar el contenido de humedad en este aire caliente.

Características de la Despulpadora

- Capacidad 400 a 500 kg de cereza
- La potencia Motor es 0.5 HP, Marca Siemens
- Velocidad de rotación del motor es de 1740 RPM.
- Diámetro del motor en pulgadas 5".
- Diámetro de la polea cilindro en pulgadas 7.5".
- Longitud del cilindro clasificación en pulgadas 16".
- Diámetro del Polea Motor en pulgadas 3".
- R.P.M del cilindro 350 – 400.

Numero de chorros 4.

Tipo de contactor que utiliza el motor LUC-B05

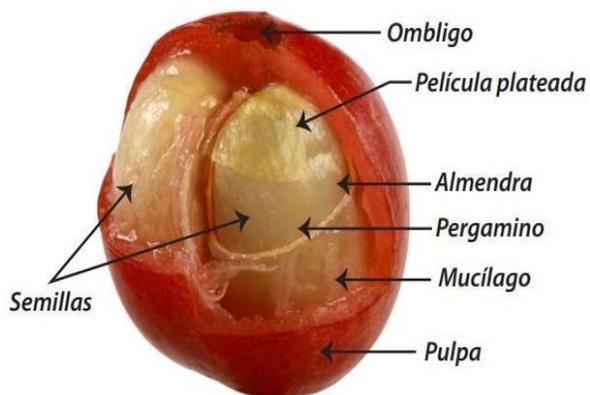
Peso neto 70 kg.

Variedades Café

Hay distintas variedades de café que se cultivan en nuestra región, siendo el café castillo el más sembrado, junto con el café caturra, el café arábica, entre otros. Depende de cada variedad el tipo y calidad del grano. La variedad castillo, el arbusto crece en promedio 2,10 m, y grana más que las demás variedades por ende es el que más se siembra en la región. El proceso de maduración demora 32 semanas aproximadamente desde la polinización de la flor hasta la maduración de la cereza, en el proceso de maduración de los granos va cambiando de color desde un verde hasta un rojo intenso o dependiendo de la clase de café donde algunas variedades el color de maduración es rosado o amarillo.

En la figura 3 se puede observar un grano de café, en el cual se observa las partes, iniciando en la cascara que es lo que protege a la semilla del exterior, luego sigue una cubierta de savia que es un líquido viscoso compuesto por glucosa, por último se tiene la semilla de café cubierta por una especie de membrana.

Figura 3. Partes del grano de café



Fuente: (Q P. , Cómo garantizar la buena calidad de la bebida del café y evitar los defectos, 2001)

Partes del grano de café y sus funciones.

Cereza: Es la parte externa del fruto que protege y contiene a todo el grano.

Pulpa: Es la capa externa del fruto, que representa el 43,2 % de la humedad del fruto. Su color cambia de acuerdo al grado de madurez, empezando por un verde, cuando ya está maduro es rojo intenso, dependiendo de la variedad o clase el color de madurez puede cambiar a rosado o amarillo.

Pergamino: Es u capa que cubre y protege al grano, es de color amarillo pálido.

Película: El segmento seminal está formado por células esclerínquimáticas, representa el 0,2 % del grano, está ubicado entre el pergamino y el grano.

Almendra: Capa que envuelve a la semilla, tiene forma de malla.

Semilla: Granos que están ubicados en el centro de las pepas, en el procesamiento del café se extraen todas las capas del café para extraer la semilla para posteriormente procesarla y comercializarla. (Q P. , 2000).

Beneficio del café, factores para cultivar café.

Las condiciones para cultivar café de óptima calidad son varias comenzando por la temperatura ambiente, la temperatura ideal para cultivar café es ente 22 a 30 °C. Otro factor es la altitud a la que está ubicado el terreno, lo más recomendable es que este ubicado a 1.200 o 1.800 metros sobre el nivel del ma. Los cañones por donde pasa el río Guaitara, y las zonas por donde se cultiva café, en los municipios de Yacuanquer, Imues, Tangua están ubicados a 1.400 metros sobre el nivel del mar, estos están ubicados a una altitud ideal para cultivar café.

Otro factor importante es las lluvias, donde se requiere de una cantidad promedio entre 1.800 y los 2.800 milímetros de precipitaciones anuales. Cada mes debe tener en promedio 120 milímetros de precipitaciones. El brillo solar también es un factor importante, la zona cafetera debe estar ubicada entre 1.800 y los 2.000 horas de sol al año y es necesario que las plantaciones estén expuestas al sol entre 4.5 a 5.5 horas de sol diarias para producir nutrientes necesarios.

Suelo: debe brindar óptimas condiciones para los cultivos, como el de conservar humedad y brindar nutrientes a la planta, para su crecimiento, desarrollo y producción.

Algunas condiciones ideales de terreno para la producción de café de calidad son:

Color: debe tener un color negro u oscuro, los cuales indica que tiene buena cantidad de materia orgánica.

Textura: Hay varias texturas del suelo como los son arenosa o arcillosa.

Cuando las partículas están en proporciones iguales se llama franca. Esta es la textura más apta para el café.

Porosidad y permeabilidad: al agruparse los granos o partículas se forman terrones y poros, que permiten la ocupación del agua y el aire.

Profundidad: el suelo permite que las raíces ingresen hasta 80 centímetros.

Grado de acidez o pH: los suelos aptos para café tienen una acidez entre 5 y 5,5. Los mejores suelos para el cultivo del cafeto son los francos, de buena profundidad efectiva, con estructura granular, buena aireación y permeabilidad moderada.

Fertilidad: se establece que el suelo contenga elementos nutritivos como Nitrógeno, Fósforo y Potasio. El cafeto necesita en menor cantidad el Calcio - Magnesio, Azufre - Hierro, Zinc - Manganeso, Boro - Cobre.

Materia orgánica: contiene los residuos descompuestos de plantas y animales. Según los estudios botánicos, los cultivos de café contienen materia orgánica mayor al 8%. La misma pulpa del café aporta la materia orgánica a los suelos. (Q P., La calidad del café., 1996).

Condiciones óptimas de trabajo

Las condiciones óptimas de trabajo para la siembra, mantenimiento, y procesamiento de café son: Siempre lavar y desinfectar el equipo que se vaya utilizar para el mantenimiento o procesamiento, debido a que enfermedades como la roya pueden afectar al cultivo, bajando la producción del café. Siempre utilizar herbicidas e insecticidas para evitar la maleza que crece alrededor de las plantaciones o las plagan que atacan a las plantaciones. Se debe abonar el café para brindarle nutrientes adicionales, ya sea con abono orgánico o prefabricado para que las plantaciones absorban nutrientes adicionales.

En el proceso de recolección se debe seleccionar las pepas maduras, debido a que si se cosechan verdes, las pepas son más duras y difíciles de despulpar y en el momento de despulpado afecta a la despulpadora y pasa entera, o si se la seca y tuesta puede bajar la calidad del café debido a que la cascara genera más residuos y baja la calidad del café.

Al momento del secado ya sea mecánico, al sol, o por medio de aire caliente no exceder una temperatura de 60 °C debido a que si se expone a alta temperatura el café afecta la calidad del grano

por el daño que sufre el grano en cuanto a su apariencia y en la calidad de la taza. (Portillo, 2021).

Ubicación del proyecto en mejorar la calidad del café:

El proyecto se ubica en proceso de despulpado, el cual influye mucho en las características que puede llegar a tener el café después de ser procesado. La investigación busca mejorar el proceso de despulpado, empezando por capacitar a los dueños de las despulpadoras sobre el correcto uso de las estas máquinas, así como sobre la implementación de las medidas preventivas para la despulpadora de café. Con estas medidas se busca mejorar el proceso de despulpado el cual aportara una parte esencial en la calidad del café. Algunos beneficios o cualidades que aportara a la mejora de la calidad del café son capacitar e informar a los dueños sobre las cualidades, y capacidades de la despulpadora de café para que hagan buen uso de ella, y con la capacitación e implementación de las medidas preventivas se puede evitar problemas de funcionamiento tales como, que se mezclen los granos verdes y maduros, o que se mezcle el mucilago con la pepa, evitar que se presenten fallos, entre otros. (Q P., Influencia de los granos de café cosechados verdes en la calidad física y organoléptica de la bebida, 2000).

Tipos de despulpadoras que se utilizan en el municipio de Yacuanquer.

Existen diferentes tipos de despulpadoras, las cuales pueden ser de disco o de cilindro, este último en configuraciones vertical o horizontal. En el municipio de Yacuanquer la despulpadora de mayor uso corresponde a la de cilindro horizontal.

En la Figura 4 se muestra la despulpadora verde de cilindro horizontal, marca Enco, empleada como referencia en este trabajo.

Está constituida por un cilindro de hierro fundido y/ o aluminio, en el cual va tija una camisa de cobre y /o acero inoxidable con ponchaduras de diversos tipos y tamaños. Cuando el cilindro gira, presiona el fruto maduro contra una plancha cóncava conocida como pechero, que posee canales por donde se ven forzados a moverse los granos sueltos

y las cámaras para la pulpa para que esta se eliminada continuamente. El pechero puede ajustarse acercándolo o alejándolo del cilindro por medio de dispositivos sencillos según el fabricante. La calibración de los canales oscila de 6-7 mm en la salida y hasta 9mm de profundidad en la entrada del palacio. La velocidad del cilindro varía desde 100 hasta 350 r.p.m., esto dependerá del tipo y tamaño del despulpador. La modificación más reciente es el rediseño del pechero se aumentó la curvatura de la cuchilla de despulpado, así como la de la cámara para la pulpa. Esto permite una mayor eficiencia, mayor limpieza del café despulpado, aumento de rendimiento y trabajo sin agua, al mismo tiempo, el diámetro del cilindro es más pequeño y se ha aumentado su velocidad de rotación a 350 r.p.m. (Barrios Orozco y Estrada Godínez 2005).

La graduación o ajuste de un despulpador se hace por ensayo, con un bocado o alimentación normal y tiene por objeto encontrar la separación óptima entre el cilindro y el pecho, con la cual el grano no se lastima, ni pasa con la pulpa. Para despulpadores que cuentan con tornillos para su calibración, se inicia una separación decididamente mayor e idéntica en cada una de las salidas del café, la cual se ira ajustando hasta conseguir una pulpa libre de grano y despulpado libre de fruto maduro. Se sigue apretando el tornillo hasta conseguir la presencia de granos mordidos, luego se aflojan los tornillos hasta que desaparezcan los granos mordidos. Es conveniente usar los hilos de las rosca de los tornillos de ajuste, o bien las vueltas de las cabezas como referencia, para no apretar o aflojar más. Una vez que se ha graduado el despulpador, es necesario calibrar la separación entre la camisa y el pecho a través de las salidas de café, para asegurarse de que existe una separación similar en cada uno. (Barrios Orozco y Estrada Godínez 2005).

En la figura 4 se muestra la despulpadora marca Enco la cual se tomó como referencia para realizar el proyecto, se obtuvo información importante sobre los componentes y la historia de fallos que ha presentado la despulpadora. En la Figura 4 se muestra la despulpadora verde de cilindro horizontal, marca Enco, empleada como referencia en este trabajo. La imagen se encuentra a continuación.

Figura 4. Despulpadora cilindro horizontal



Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 5 se puede observar una despulpadora de cilindro vertical marca Penagos Hermanos. Este tipo de despulpadora es similar a la anterior, la diferencia es que cambia la posición del cilindro de horizontal a vertical, este tipo de despulpadoras no es muy frecuente en la región.

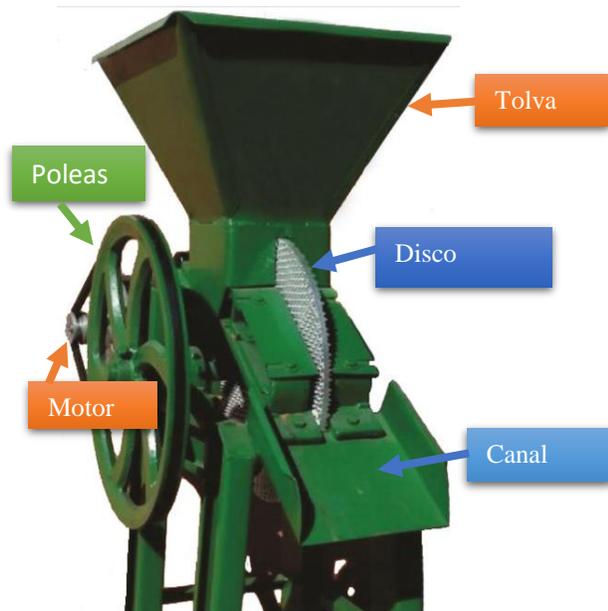
Figura 5: Despulpadora cilindro vertical



Fuente: (Alvarez, 1992).

Figura 4: Despulpadoras de disco, Estas despulpadoras se diferencian de las demás debido a que no tienen cilindro despulpador, en cambio cuentan con un disco que cumple la misma función que el cilindro.

Figura 4: Despulpadoras de disco



Fuente: (Hernández D. , 2016)

Mantenimiento

El mantenimiento, como todo proceso ha evolucionado. Teniendo un crecimiento y madurez progresivos, adaptándose a las distintas necesidades y requerimientos de cada época, manteniéndose siempre vigente.

El mantenimiento preventivo surge de la necesidad de disminuir las acciones correctivas y de mantener los componentes de todas las máquinas en óptimas condiciones de funcionamiento. Pretendiendo disminuir las reparaciones mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados.

Al aumentar esta dependencia el tiempo improductivo de una máquina se hizo más crítico, y preocupante. Lo anterior llevó a la idea de que las fallas se podían prevenir, lo que dio como resultado el nacimiento del mantenimiento programado.

En los años 60 el mantenimiento se implementa con una revisión completa de los equipos a intervalos constantes y establecidos.

Los costos de mantenimiento también aumentaron en relación con los de producción y funcionamiento. En respuesta a esto, se comenzaron a implementar sistemas de planeación y control de la actividad de mantenimiento. Estos ayudaron a bajar sus costos y por su efectividad se ha establecido ahora como parte del sistema.

Una mayor automatización tiene como resultado una relación más estrecha entre la calidad del producto y la condición de la máquina. De igual manera, se están elevando continuamente las normas de calidad. Esto crea mayores demandas en función del mantenimiento y de controles para la calidad, la seguridad y el medio ambiente.

Beneficios Del Mantenimiento.

Los beneficios que se obtienen al aplicar mantenimiento preventivo son muy grandes y se traducen directamente en los beneficios que tiene la empresa o ahorro que obtiene la misma una vez aplicado el mantenimiento al equipo o activo, ya que, a través de este, se logra preservar y alargar la vida útil, se previene la falla y se logra un aumento en la confiabilidad de este entre otras, además de mejorar la seguridad y el manejo ambiental.

Reparaciones Y Modificaciones Programadas

Se realiza un análisis y búsqueda del origen de la avería, que a veces resulta complejo ya que hay que desmontar muchas piezas para ver la causa.

En el tiempo de reparación influyen tres factores:

Organizativos: Dirección de la mano de obra, adiestramiento y disponibilidad del

Personal, eficacia en la gestión de repuestos y disponibilidad de documentación.

De diseño: Complejidad del equipo, dimensiones de su conjunto, diseño, normalización e intercambio de sus componentes, facilidad de montaje y desmontaje.

De ejecución: Se considera la habilidad de la mano de obra, utillaje empleado, pruebas de los diferentes elementos reparados y preparación de los trabajos.

El proceso de reparación de la avería puede empezar antes de producirse, entrenando e informando al personal de producción y mantenimiento. Hemos de prever los cambios para las reparaciones más habituales e incluso tener utillajes especiales.

Conceptos

A continuación, se enlistarán algunos términos necesarios para la comprensión del trabajo y desarrollo de la operación y mantenimiento de la despulpadora de café:

Falla: es la incapacidad relativa o absoluta del equipo, para realizar la función requerida en su contexto operacional.

Hoja de vida: es la relación de todas las modificaciones, reparaciones, entre otros.; que ha sufrido el equipo con fecha de ejecución. Se debe iniciar con la tarjeta maestra; es decir que esta puede servir de carátula a la hoja de vida. La hoja de vida es la "HISTORIA CLINICA" del equipo. (Ver anexo 1).

Inventario: registro de todos los equipos que se van a incluir dentro del plan de Mantenimiento.

Instructivo: texto en el que se describe la forma en que se debe realizar el trabajo de mantenimiento. Consta de las siguientes partes: código, nombre, material necesario, cuerpo y tiempo estimado de ejecución.

Lubricación: método utilizado para evitar en lo posible el contacto directo entre dos piezas (disminuir la fricción) se consigue colocando una película de lubricante (aceite o grasa más aditivos) entre ellas.

Modo de falla: fallas o averías típicas de una unidad. Se tipifica la parte que falla y la frecuencia con que lo hace.

Monitoreo de condiciones: conjunto de técnicas de inspección que se utilizan para conocer las condiciones de operación de equipos y tomar las acciones preventivas o correctivas necesarias.

Orden de trabajo: instrucción por escrito; debe contener por lo menos, fecha de expedición y ejecución, destinatario, instructivo y equipo al que se le debe practicar dicho instructivo y debe ser archivada después de ejecutada para posteriores estudios. (Ver anexo 3).

Reparación: restablecimiento de un equipo a una condición óptima mediante la renovación, reemplazo o arreglo de piezas dañadas o gastadas en los equipos de Carcafé Ltda.

Tarjeta maestra: es un formato donde debe constar, las características inmodificables de cada máquina, como tamaño, peso, año de instalación, Proveedor, modelo, marca, fabricante, insumos que usa, motores y reductores que tiene, si tiene o no catálogo, etc. (Ver anexo 4.)

Mantenimiento Correctivo

Esta forma de mantenimiento impide el diagnóstico fiable de las causas que provocan la falla, pues se ignora si falló por mal trato, por abandono, por desconocimiento del manejo, por desgaste natural, o bien por antigüedad. La falla puede sobrevenir en cualquier momento; en este tipo de mantenimiento es habitual la reparación urgente del equipo tras una avería que muchas veces provoca el paro de la

línea de producción. Por lo tanto, en este tipo de mantenimiento se debe actuar lo más rápidamente posible con el objetivo de evitar costos y daños materiales y/o humanos mayores; el equipo de mantenimiento entra en acción cuando una falla se presenta y no permite que la maquinaria pueda seguir funcionando normalmente.

Mantenimiento Preventivo

Usualmente al Mantenimiento Preventivo se le denomina Mantenimiento LEM (lubricación, electricidad y mecánica) que es el que previene la ocurrencia de fallas. Su base de funcionamiento es la observación, estadística y recomendaciones del fabricante. Este es un sistema de mantenimiento que abarca aspectos de una máquina como el tiempo de operación, refuerzo o cambio de piezas, engrase y lubricación de la misma, entre otros; de una manera coordinada.

Su propósito principal es prever las fallas manteniendo los equipos, sistemas de infraestructura e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos, alargando la confiabilidad y vida útil de los equipos.

En este tipo de mantenimiento la programación de inspecciones, como de funcionamiento, seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación y calibración deben llevarse a cabo en forma periódica con base en un plan establecido.

Norma UNE

Las normas UNE (cuyas siglas corresponden a Una Norma Española) son aquellas especificaciones técnicas creadas por la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).

A través de las normas UNE, lo que se pretende es garantizar los niveles tanto de seguridad como de calidad. De esta forma, cualquier empresa podrá posicionarse mejor en el mercado, así como constituye para todos los profesionales pertenecientes a cualquier actividad económica una gran fuente de información.

A través de esta certificación, cualquier organización, servicio o producto, puede garantizar que cumple con requisitos definidos en unas normas o especificaciones técnicas.

De forma que las marcas de AENOR aportan confianza en cuanto al compromiso tanto con el medio ambiente como con la seguridad de los trabajadores y una apuesta por la innovación generando confianza ante clientes, accionistas, empleados, administraciones públicas...(AENOR,2017)

Metodología de mantenimiento LEM: Metodología basada en el mantenimiento preventivo. Esta metodología se define por realizar actividades preventivas para los sistemas, como lo indica sus iniciales, L que son actividades de lubricación, E actividades de mantenimiento para el sistema eléctrico o electrónico, M son actividades de mantenimiento para el sistema mecánico. (Vilardell, 2012).

Historia

EL SISTEMA L. E. M. Una detallada investigación realizada en los años 50 sobre el estado del mantenimiento en las empresas Latinoamericanas llevó al Ingeniero John G. Castles, al diseño y definición de un nuevo sistema de Mantenimiento Preventivo aplicable a este tipo de industrias que se debía basar fundamentalmente en tres puntos:

Ser de fácil administración

Ser de fácil organización

Ser de fácil comprensión.

El sistema desarrollado lo denominó Sistema L.E.M. y lo aplicó inicialmente en las plantas de refinación de Plomo y Cobre en la Oroya, Perú, hacia 1960. (Botero G. , 1991).

Normas UNE Mantenimiento

En el sector de mantenimiento de maquinaria, equipos o edificaciones, se debe implementar la siguientes normas UNE estas son.

UNE-EN 13269:2007 Mantenimiento. Guía para la preparación de contratos de mantenimiento.

UNE-EN 13306:2011 Mantenimiento terminología del mantenimiento.

UNE-EN 13460:2009 Mantenimiento documentos para el mantenimiento UNE-EN 15341:2008 mantenimiento.

UNE-EN 15341:2008 Mantenimiento indicadores clave de rendimiento del mantenimiento.

UNE-CEN/TR 15628:2011 IN Mantenimiento cualificación del personal de mantenimiento.

UNE 151001:2011 Mantenimiento, indicadores de mantenibilidad de dispositivos industriales, deficiencia y evaluación.

El objetivo de dichas normas es mejorar la calidad de los contratos de mantenimiento, minimizando litigios y ajustes, definir el objeto y campo de aplicación de los servicios de mantenimiento e identificar opciones para su suministro.

Asimismo asesorar en los borradores y la negociación de los contratos de mantenimiento

y en la especificación de los acuerdos en caso de litigio.

Igualmente considera simplificar la comparación entre contratos de mantenimiento y ayudar a definir la estrategia de mantenimiento, de acuerdo a lo siguiente: Asegurar la disponibilidad del elemento para la función requerida, al costo óptimo; considerar los requisitos de seguridad para las personas; y mantener la durabilidad del elemento y/o la calidad del producto o servicio suministrados. Los objetivos cubiertos por estas normas enfocadas en el mantenimiento, evidencian su utilidad tanto para las organizaciones, por ejemplo mineras, como para aquellas cuya línea de negocio tiene un elevado componente de servicios de mantenimiento. Además permite especificar las directrices generales para la documentación técnica a suministrar y establece los ICRM (Indicadores Clave de Rendimiento del Mantenimiento) que deben usarse para las mediciones de mantenimiento.

Otro aspecto que cabe destacar es que describe los perfiles (competencias y responsabilidades) de los puestos clave como los de gerente y supervisor de mantenimiento. En resumen, destaca la importancia de las normas para lograr mayores niveles de vida útil y disponibilidad, con mejores costos de maquinaria, equipos o edificios, al facilitar un desempeño superior de su mantenimiento. No es casualidad que las normas constituyan la fuente mundialmente más aceptada para encontrar soluciones a los distintos desafíos de las empresas.

El principal objetivo de las normas es mejorar la calidad del contrato. (Apolinario, 2020)

De acuerdo a las entrevistas realizadas a los propietarios de las despulpadoras, no realizan un plan de mantenimiento como tal pero si realizan actividades para evitar que se presenten fallos, algunas de las medidas implementadas para evitar fallos son. (Londoño, 2021).

Aseo y limpieza: por lo general en las entrevistas que se les realizo a los dueños de las maquinas nos cuentan que siempre lavan las despulpadoras antes y después de usarlas debido a que el café en el momento de despulpado de separación de la pepa y la cascara, el café, bota residuos de pulpa, mucilago, los cuales contienen sabia, la cal a lo que se seca se adhiere a los componentes de la despulpadora de café y cuando se seca es muy

difícil desprenderla, por ende siempre lavan las despulpadoras antes y después de usarlas. (Arciniegas, 2021)

Herramientas de mantenimiento utilizadas en el manual:

Las herramientas utilizadas para realizar el manual de mantenimiento, basados en la metodología de LEM están a continuación, algunas están en este apartado, las demás están en anexos junto al manual práctico.

Sistemas y elementos que conforman cada subsistema que se estableció de acuerdo a las visitas a las despulpadoras de café.

a. Sistema eléctrico

Está compuesto por:

Motor eléctrico
Red de alimentación
Fusibles
Interruptores
Acometida de Alta tensión

b. Sistema mecánico.

Está compuesto por:

Poleas
Castillo
Bandas
Ejes
Engranajes
Rodillo despulpador
Tornillos sin fin
Conductos
Tolva
Camisa rodillo despulpador
Cilindro perforado
Lamina aluminio canal salida de pepa
Ejes cilindro
Canal de salida de cascara

Las herramientas de la metodología de LEM que se utilizaron fueron.

Formato orden de trabajo Figura 6.
Formato plan de lubricación Figura 7.
Formato tipos de fallos Figura 8.
Formato análisis de criticidad Figura 9.
Formato ficha de equipo Figura 10.
Formatos diagramas de Ishikawa Figuras 11.1, 11.2.
Formato histograma Figura 12.
Formato simbolización Figura 15

A continuación se especifica cada actividad de mantenimiento desarrollada, con su formato, la base para realizar estas actividades es la metodología de LEM preventiva.

Se elaboró la orden de trabajo para la despulpadora de café.

Esta se realizó con el fin de evitar fallos o problemas de funcionamiento, los operarios de las despulpadoras deben llenarla al inicio de cada actividad con el fin de que se concienticen con el correcto uso y designen a una persona que supervise el trabajo y le ayude al operario a realizar actividades de mantenimiento y en el proceso de despulpado.

Sistemas y elementos que conforman la despulpadora de café de cilindro horizontal.
Lamina aluminio canal salida de pepa
Ejes cilindro

La orden de trabajo es un documento que se debe llenar y validar siempre al inicio de cada actividad, para registrar el estado de los componentes, cambios de los componentes de la despulpadora de café, para llevar una historia de la despulpadora.

Figura 6: Formato orden de trabajo de la despulpadora de café: En la figura se puede observar el formato de orden de trabajo, el cual toca llenar de acuerdo a los requerimientos y condiciones de operación, es importante que el responsable de la actividad firme la orden de trabajo y tenga conocimientos previos sobre el manejo y mantenimiento de la despulpadora de café.

Figura 6: Formato orden de trabajo de la despulpadora de café.

Despulpadora De Café 	ORDEN DE TRABAJO INFORME ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	Código	M-OT-01-IAM-MMTO
		Última actualización	27/02/2021
		Versión	1

Tipo De Mantenimiento: _____ Preventivo Correctivo

Fecha De Realización: _____ Área: _____

Tipo De Maquina: _____ Número De Máquina: _____

a. Reconocimiento Precedente

Descripción Del Problema

1 _____

2 _____

3 _____

Solucion/es Del Problema

1 _____

2 _____

3 _____

b. Repuestos Usados Por Tipo De Mantenimiento

	Descripción	Cantidad
1		
2		
3		

c. Ejecución Del Mantenimiento

Numero	Hora				Responsable
	Solicitada	Inicio	Fin	De MMTO	

Observaciones Y Recomendaciones:

Nombre Supervisor _____ Firma _____

Fuente: Elaboración Propia.

Planes de lubricación para la despulpadora de café: En la metodología de mantenimiento LEM se enfatiza en actividades de mantenimiento

lubricación, actividades de mantenimiento para el sistema eléctrico, actividades de mantenimiento para el sistema mecánico. Por ende se desarrollaron

planes de lubricación, semanalmente, quincenalmente y mensualmente dependiendo de cada componente.

El plan de lubricación prioriza ejes y rodamientos de la despulpadora de café para evitar fallos o desgaste de los mismos que puedan ocasionar problemas de funcionamiento.

El motor de la despulpadora transfiere una potencia de 0,5 hp, lo cual se transfiere al rodillo de la despulpadora de café mediante bandas y poleas, a medida que la depuradora trabaje a mayor carga, los ejes y rodamientos se someten a mayor esfuerzo lo cual genera mayor desgaste de los mismos por tal motivo se realizó un manual práctico de operación para la despulpadora de café, en el cual contiene el plan de lubricación, este se aplicara semanalmente o mensualmente, para evitar fallos o problemas de funcionamiento en los ejes y rodamientos de la despulpadora de café-

Se realizará engrase y lubricación a los ejes, rodamientos cada semana, o cada ocho horas de uso, se llevara una historia de fallos para determinar la periodicidad de fallos de los componentes, si se ha cambiado, fecha de cambio. Para llevar un registro de fallos o problemas de funcionamiento. Para las bandas se realizara una intervención de ajuste cuando esta exceda un límite de destiempo de 10 mm, se procederá a mover la maquina en posición contraria a la del motor procurando que la banda quede tensionada, si la banda excede el límite de elasticidad, o este en desgaste crítico, se procederá a realizar cambio de la misma. Para las poleas y los engranes, deben ser alineados, si presenta desgaste o mal funcionamiento se procederá directamente al cambio del componente que presente desgaste crítico. Para realizar esta actividad debe ser personal especializado un mecánico, la intervención dura entre una hora a dos, la frecuencia debe ser con una periodicidad mensual donde se inspeccionara poleas, bandas, ejes, si en caso de desgaste critico se debe realizar el cambio.

Semanalmente se realizara inspecciones y se lubricara ejes engranes balineras, para evitar que se recalienten o produzca demasiada fricción y se desgasten los componentes, para la lubricación se utilizara grasa LGMT 2 que trabaja a temperaturas

de 50 a 100 °C, o se puede utilizar aceite CASTROL 4T SAE W20-50, la lubricación se debe realizar semanalmente.

Los sistemas y componentes se encuentran a continuación: Sistemas y elementos que conforman cada subsistema que estableció de acuerdo a las visitas a las despulpadoras de café.

c. Sistema eléctrico

Está compuesto por:

Motor eléctrico

Red de alimentación

Fusibles

Interruptores

Acometida de Alta tención

d. Sistema mecánico.

Está compuesto por:

Poleas

Castillo

Bandas

Ejes

Engranes

Rodillo despulpador

Tornillos sin fin

Conductos

Tolva

Camisa rodillo despulpador

Cilindro perforado

Lamina aluminio canal salida de pepa

Ejes cilindro

Canal de salida de cascara

De acuerdo a los componentes podemos determinar que la actividad de mantenimiento se aplicara a los componentes De cada sistema, como lo es el motor del sistema eléctrico, y ejes, engranes, rodillo, tornillo sin fin, del sistema mecánico.

Cada mes se destapara lo ejes, balineras para lubricar y verificar el estado de desgaste, si está muy desgastada se procederá a cambiar el componente.

Figura: 7 Plan de lubricación, en la figura se puede observar el plan de lubricación, para los componentes de la despulpadora de café, donde tenemos la cantidad tipo de lubricante, tiempo y actividades de limpieza.

Figura 7: Plan de lubricación



Plan De Lubricación Para Despulpadoras De Café De Cilindro Horizontal

Componente	Tipo lubricante	Cantidad grs	Herramientas A Utilizar	Actividades de chequeo	Tempo estimado de la tarea	Actividades de limpieza Adicionales
Ejes	Grasa Marfak	60 grs o lo que sea necesario	Pistola, juego de llaves	Limpieza, revisión de desgaste	10 ms	Lavado, limpieza de partículas de polvo, residuos de café o grasa ya utilizada.
Rodamientos	Grasa De Silicona	50 grs o lo que sea necesario	Pistola, juego de llaves	Limpieza, revisión de desgaste	15 ms	Lavado, limpieza de partículas de polvo, residuos de café o grasa ya utilizada.
Balineras	Grasa Marfak	40 grs o lo que sea necesario	Pistola, juego de llaves	Limpieza, revisión de desgaste	10 ms	Lavado, limpieza de partículas de polvo, residuos de café o grasa ya utilizada.
Cilindro	Aceite Castrol 20w50	50 grs o lo que sea necesario	Pistola, juego de llaves	Limpieza, revisión de desgaste	20 ms	Lavado, limpieza de partículas de polvo, residuos de café o grasa ya utilizada.
Tornillo sin fin	Aceite Castrol 20W50	60 o lo que sea necesario	Pistola, juego de llaves	Limpieza, revisión del desgaste	5 ms	Lavado, limpieza de partículas de polvo, residuos de café o grasa ya utilizada.
tornillos tolva	Aceite Castrol 20W50	60 grs o lo que sea necesario	Pistola, juego de llaves	Limpieza, revisión de desgaste	20 ms	Lavado, limpieza de partículas de polvo, residuos de café o grasa ya utilizada.
Ejes motor	Grasa Marfak	50 grs o lo que sea necesario	Pistola, juego de llaves	Limpieza, revisión de desgaste	20 ms	Lavado, limpieza de partículas de polvo, residuos de café o grasa ya utilizada.

Fuente:

Elaboración Propia.

Se elaboró una tabla sobre el tipo de fallo que puede presentarse en el sistema eléctrico y sistema mecánico.

Se realizó una tabla sobre el tipo de fallo que puede presentarse en el sistema eléctrico y el sistema mecánico, y el mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad que se le puede realizar para cada componente. De acuerdo a las entrevistas a los dueños Elmer Arciniegas y Feliz Bravo, los cuales

nos informaron que anteriormente las despulpadoras habían sido manuales y con el pasar del tiempo se le han adaptado motores eléctricos para mejorar rendimiento y ahorrar tiempo en el proceso de despulpado. El señor Elmer Arciniegas nos cuenta que la despulpadora verde marca Enco de café la adquirió en año 2001 y era manual, y en año 2014 la modifico y le coloco base, le adapto un cilindro despulpador y un motor eléctrico marca Siemens Potencia 0,5 hp.

Figura 8: Esquema tipo de fallos que pueden presentarse en los componentes del sistema eléctrico o mecánico.

Para elaborar este formato, y recolectar la información se realizó entrevistas a los dueños de las despulpadoras Elmer Arciniegas, Feliz Bravo.

Sobre el tipo de fallos más frecuentes que han sufrido, o han presentado las despulpadoras, y sobre cuáles son los principales problemas de funcionamiento que pueden presentar los componentes de las despulpadoras a través de los años. (Arciniegas, 2021).

Figura 8: Esquema tipo de fallos

Sistema	Componente	Fallo	Mantenimiento Preventivo
Eléctrico	Relés	Se quemaron	Limpieza revisión semanalmente de tensión
	Interruptores	Sobrecarga	Limpieza revisión conexión puntos o uniones
	Acometida	Se trabe	limpieza humedad y el polvo para evitar taponamiento o perdida de corriente
		Corto circuito	Limpieza revisión semanalmente sobre los niveles de tensión de corriente
	Líneas De Transmisión	Perdida corriente	verificación e inspección semanalmente del nivel de tensión
	Motor	No prende	Revisión del bobinado o líneas de alimentación, revisión del nivel de carga
Mecánico	Bandas	Destiempo, arranquen	Revisar nivel tensión 10 mm máximo
	Poleas	Tuerzan	Revisión alineamiento, evitar acumulación partículas en los ejes
	Ejes	Desgaste, quiebre	Lubricación, caso de desgaste critico se tiene que cambiar
	Balineras	Desgaste, quiebre	Lubricación, caso de desgaste critico se tiene que cambiar
	Rodamientos	Desgaste, quiebre	Lubricación, caso de desgaste critico se tiene que cambiar
	Tolva	Desgaste o dañe	Ajuste de tornillos quincenalmente, limpieza y lavado después de usarla
	Tornillos	Desgaste o partan	Ajustarlos antes de usar la despulpadora, en caso de desgaste critico cambiarlo
	Tuercas	Desgaste o partan	Ajuste de tornillos, en caso de desgaste critico se realizara el respectivo cambio
	Camisa	Desgaste o quiebre	Limpieza lavado, en caso de desgaste critico se tiene que cambiar
	Cilindro	Desgaste o quiebre	Se lavara y limpiara antes y después de usar la despulpadora de café
	Pechero	Desgaste o quiebre	Limpieza lavado, en caso de desgaste critico se tiene que cambiar
	Canales	Taponamiento	Limpieza lavado, en caso de desgaste critico se tiene que cambiar
	Cilindro	Desgaste o quiebre	Limpieza lavado, en caso de desgaste critico se tiene que cambiar
	Tomillo Sin Fin	Desgaste o quiebre	Limpieza y lavado, si presenta fisuras o huecos se debe reparar
Tanque Almacenamiento	Agujeros o fisuras	Limpieza y lavado, en caso de presentar poros o huecos cambiarlo	

Fuente: Elaboración Propia.

Analisis de Criticidad

Se realizó el formato analisis de criticidad para la despulpadora, basados en un formato de elaboración propia, el cual es una herramienta que se encuentra en el manual practico de operación.

Figura 9: Formato analisis de criticidad.

En la figura se puede observar el formato analisis de criticidad. el cual se basa en tres niveles, A critico, B importante, C prescindible. El cual se

especifica las condiciones de operación, y la afectación al plan de mantenimiento, de acuerdo a las investigaciones, y entrevistas, sobre la presencia de fallos, problemas de funcionamiento, paradas que ha presentado la despulpadora verde marca Enco se pudo determinar que la despulpadora se encuentra en la zona A Crítico.(Arciniegas, Falos Despulpadora De Café, 2021)

Figura 9: Formato analisis de criticidad

ANALISIS DE CRITICIDAD:			TIPO DE EQUIPO:	
Nota: se supone que la maquina está en funcionamiento.				
Tipo de equipo o zona	Seguridad y medio ambiente	Producción	Ciudad	Mantenimiento
A CRÍTICO	La posibilidad de originar un accidente grave es alta.	En el caso que esté operando puede causar retrasos y parar la producción.	Es clave para la calidad del producto. Puede causar un alto porcentaje de rechazos.	Alto coste de reparación en caso de averia.
	Necesita revisiones frecuentes (mensuales) por razones de seguridad.		Afecta la calidad, es problemático ya que moldeo corta las piezas que son el producto final.	Averias muy frecuentes.
	No se tiene reportes de accidentes en el pasado, en esta planta o en plantas similares.			Consumo una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).
B IMPOTANTE	Debido a que se encuentra en funcionamiento necesita revisiones muy frecuentes (anuales). Puede ocasionar un accidente grave pero las posibilidades son remotas ya que no se encuentra operando.	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega afectar clientes o al plan de producción).	Afecta la calidad, es problemático ya que moldeo corta las piezas que son el producto final.	Coste Medio en Mantenimiento.
C PRESCINDIBLE	Debido a que se encuentra operando tiene poca influencia en seguridad.	Tiene mucha influencia en producción.	Afecta la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento.

MODELO DE MANTENIMIENTO	
Correctivo	
Preventivo	X
Sistematico	
Alto Disponibilidad	

Fuente: Elaboración Propia.

Realización ficha de equipo

Para relizar la ficha de equipo se investigo, entrevisto, y busco manuales de maquinas manuales, para realizar la ficha de equipo, donde se especifica las características de los componentes de la despulpadora de café, y del fabricante (Brabo, Probabilidad de fallos, 2021).

Figura 10: Formato ficha de equipo, en la figura se puede visualizar el formato ficha de equipo, en cual contiene informacion importante de la despulpadora de café , y del fabricante.

Figura 10: Formato ficha de equipo

Equipo: Despulpadora de café			Código: 017063
DATOS DEL EQUIPO			
POVEEDOR: PENAGOS HERMANOS			AÑO:2020
DIRECCIÓN: AVENIDA 6 18 40 en la ciudad de BOGOTA			
TELEFON OS:	(1)31879980 20	(+57) 1 378806	(+57) 1 328259
FABRICA NTE : Penagos Hermanos	Origen: Colombia	Fabricación: 2005	Motor: marca Siemens, 0,5 hp.
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO: Máquina, color verde, marca Enco, código 017063, cuenta tolva móvil, motor, cilindro despulpador horizontal, dedicada despulpar café.			
CARACTERISTICAS PRINCIPALES: color azul, código 017063, partes cuenta tolva móvil, motor marca Siemens de 0,5 hp, cilindro despulpador horizontal, cilindro seleccionador.			
SISTEMAS DE LA DESPULPADORA: Mecánico y eléctrico.			
SUBSISTEMAS DE LA MAQUINA: Subsistema deposito succión, alimentación eléctrica, transmisión de potencia, y de selección.			
VALORES DE REFERENCIA			



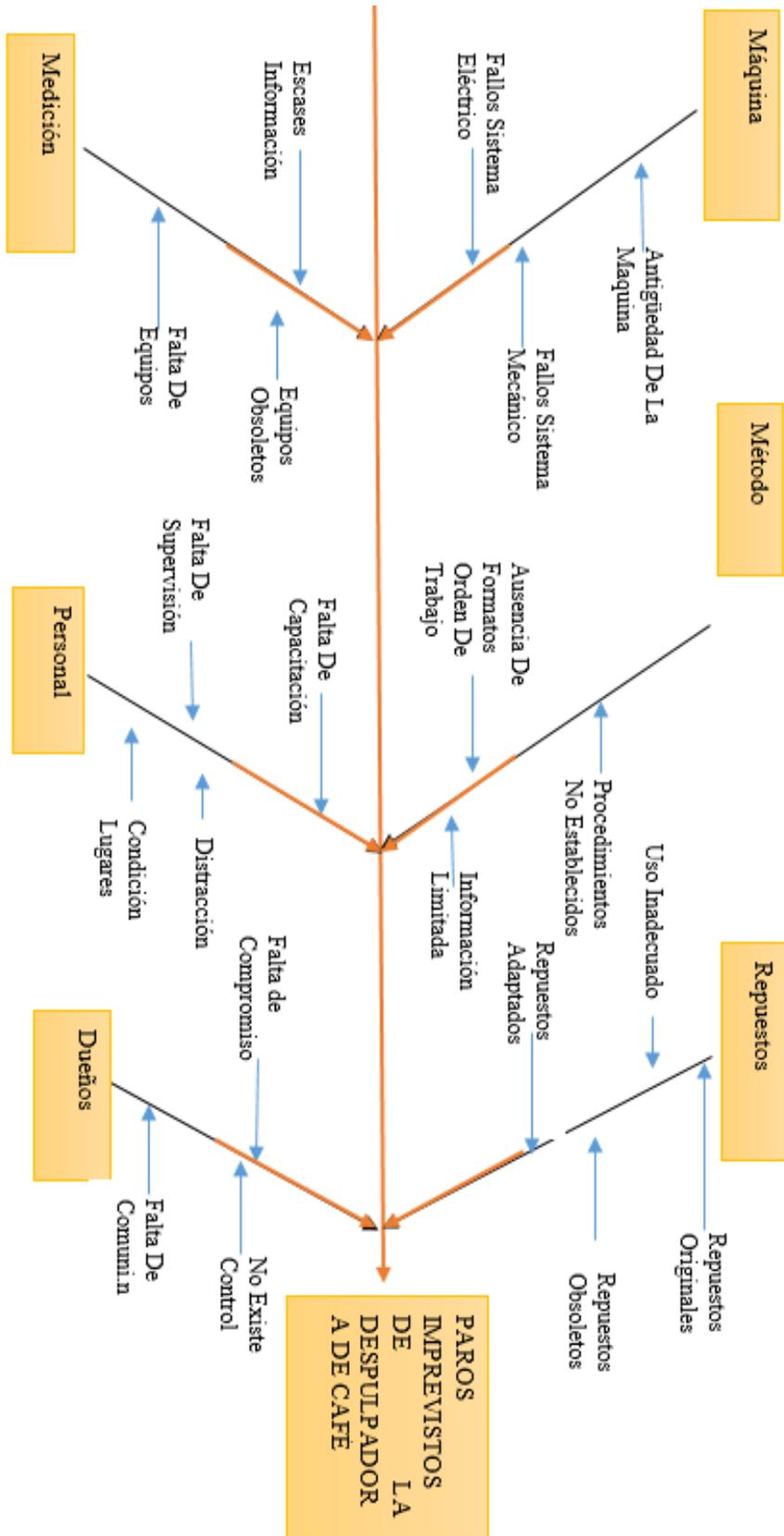
Fuente: Elaboración Propia

Diagrama de Ishikawa para la despulpadora de café.

Figura 11.1: Diagrama de Ishikawa para la despulpadora, este diagrama se elaboró gracias a

las entrevistas realizadas al dueño de la despulpadora verde Elmer Arciniegas. (Arciniegas, 2021).

Figura 11.1: Diagrama de Ishikawa para la despulpadora

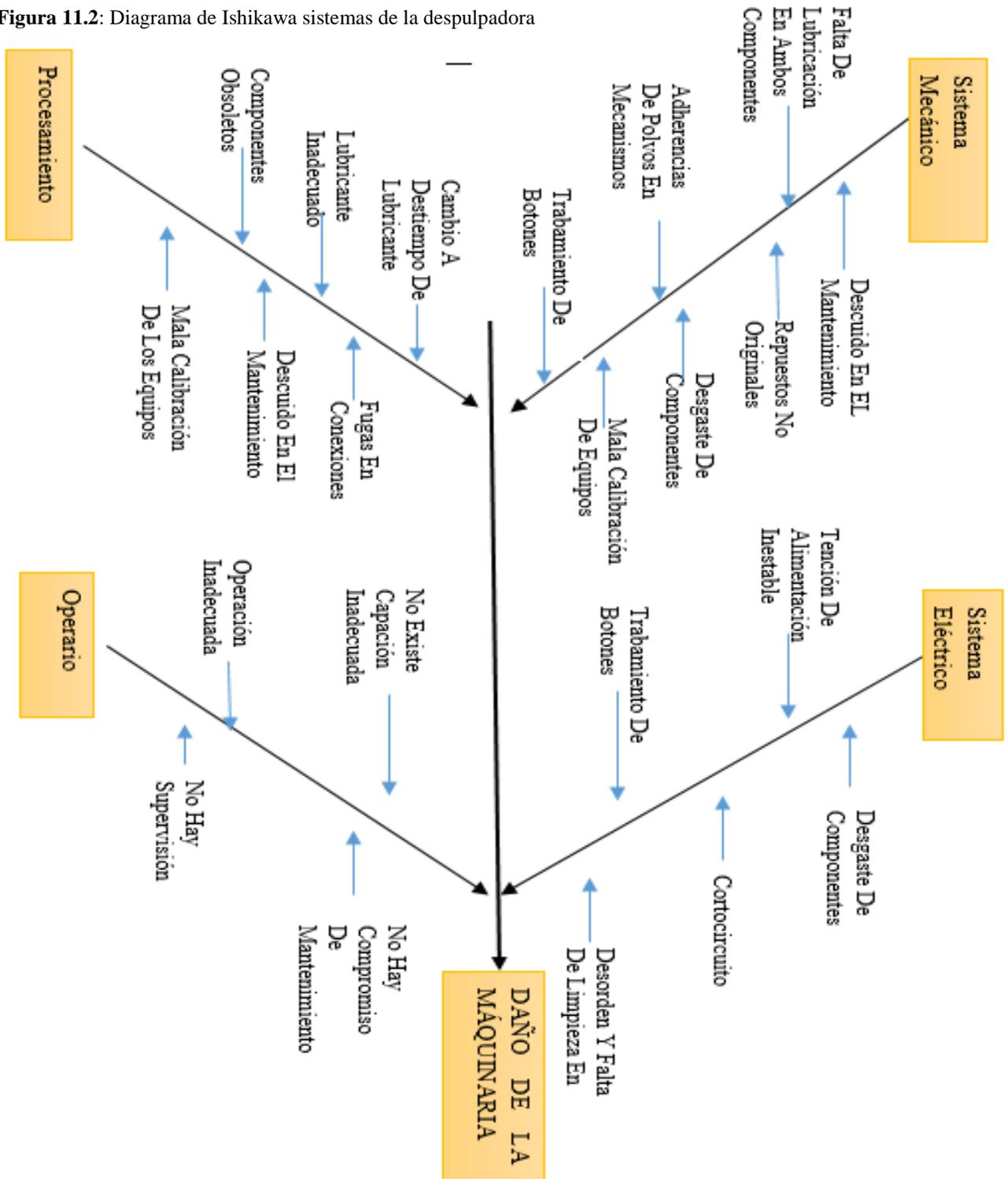


Fuente: Elaboración Propia

Figura 11.2: Diagrama de Ishikawa sistemas de la despulpadora. En el diagrama el efecto principal que se puede producir es daño de la despulpadora de café, luego tenemos las causas que lo pueden

producir, este diagrama se elaboró gracias a las entrevistas realizadas al dueño de la despulpadora verde marca Enco Elmer Arciniegas. (Arciniegas, 2021).

Figura 11.2: Diagrama de Ishikawa sistemas de la despulpadora



Fuente: Elaboración propia

Histograma cantidad fallos que se han presentado.

Los datos que se tienen son de la despulpadora verde marca Enco, de la cual se extrajo información de propietario Elmer Arciniegas, sobre la cantidad de fallos que ha presentado la despulpadora en los últimos años, de la información recolectada se elaboró el histograma de los fallos que se han presentado en el año 2019 de la despulpadora verde marca Enco.

Figura 12: Tabla de datos Histograma, en la figura se puede observar la cantidad de fallos que se han presentado en la despulpadora de café en el último año 2019. (Arciniegas, 2021).

Figura 12: Tabla de datos Histograma

Componentes	Cantidad Fallas
Tolva	2
Cilindro despulpador	5
Conductos	3
Motor eléctrico	2
Subsistema de transmisión	4
Camisa cilindro	7
Pechero	4

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 13: Grafica de columnas, en la figura se puede observar la cantidad de fallos o problemas de funcionamiento que han presentado los componentes de la despulpadora de café.

Figura 13: Grafica de columnas



Fuente: Elaboración Propia.

A continuación se presentan medidas preventivas para evitar al máximo la presencia de fallos.

- La adecuada implementación del plan de mantenimiento, evitara fallos que estén por ocurrir o vayan a ocurrir en un futuro.
- Implementar los planes de lubricación semanalmente o mensualmente puede evitar que se presenten fallos en los rodamientos.
- El aseo, y la limpieza juegan un papel importante en el funcionamiento de la maquina por ende es de vital importancia limpiar y lavar la despulpadora después de usarla, debido a que el café vota viruta y savia la cual contiene glucosa que ase que se adhiera a las partes de la despulpadora, como lo es el cilindro, la camisa, el pechero, los canales y el deposito. Para evitar que se pegue es necesario lavar la despulpadora de café después de usarla.
- Implementar medidas de seguridad y salud en el trabajo, los caficultores de la región son de media escala de producción, por ende no utilizan las medidas adecuadas para procesar el café, por ende se debe implementar las medidas de seguridad y salud en el trabajo como los son el uso adecuado de EPP, como lo son el uso de guantes de poliuretano o de vaqueta, el uso de gafas oscuras o claras, el uso de mascarilla, el uso de tapa oídos de inserción, el uso de tapabocas, y el uso de botas de seguridad. Antes de cada actividad se debe llenar la orden de trabajo, y el responsable encargado de validar la orden de trabajo debe estar capacitado para operar la despulpadora de café o tener conocimientos del uso de la misma.
- Inspeccionar antes de cada uso, ejes, pernos de acoples, estado de desgaste de los componentes, inspeccionar la tención de las bandas que no supere los 10 mm de flexibilidad, verificar los acoples a la base de la despulpadora de café, la despulpadora verde marca Enco que se tomó como guía era anteriormente manual impulsada por medio de una manivela y con el pasar del tiempo se le instalo un motor eléctrico y un cilindro de clasificación por ende a las maquinas que estén mejoradas o modificadas se recomienda inspeccionar las partes modificadas ya que no tiene especificaciones técnicas por ende genera que el caficultor preste atención y realice mantenimiento a las modificaciones que se le hayan realizado.

Elaboración del documento escrito y presentar Conclusiones y recomendaciones del proyecto.

El documento manual práctico se elaboró aparte, el cual contiene anexos de los documentos realizados para elaborar el manual.

Actividades de mantenimiento semanal para evitar fallos o problemas de funcionamiento de la despulpadora.

Se realizara inspecciones al sistema eléctrico, relés, fusibles, contacto res, y al motor, para verificar que estén en condiciones óptimas de operación.

Semanalmente se tomara medidas de la corriente de carga, y de la tención nominal con un multímetro, para verificar que estén en medidas normales.

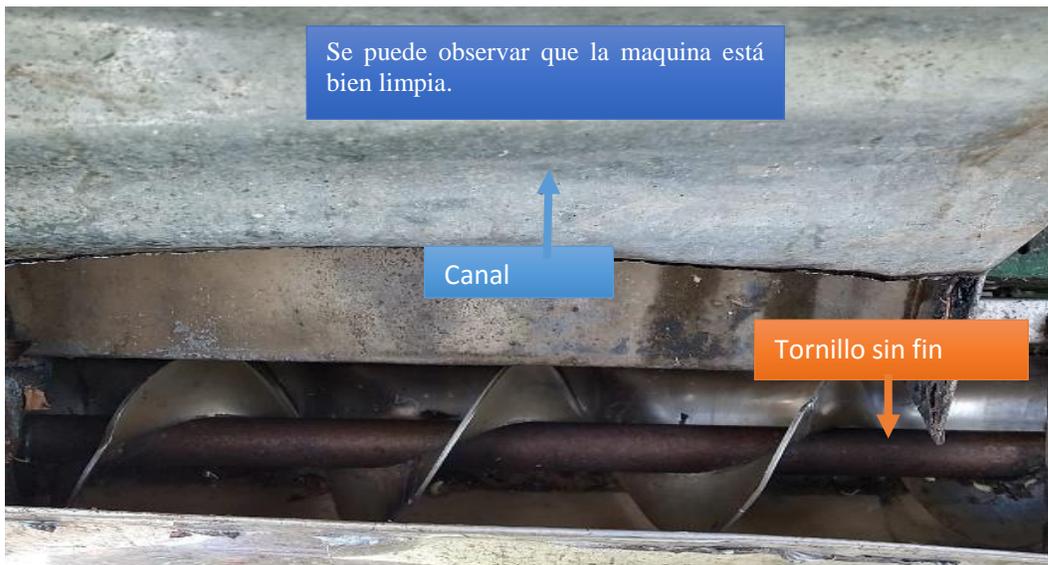
Se realizará limpieza semanalmente al motor para evitar que se llene de viruta de café, los ejes, cables, y la banda.

Se realizara limpieza al motor, a las líneas de alimentación, los relés, contactares, fusibles, y a los interruptores, Se realizara una inspección

antes y después del uso de la máquina para revisar el estado de la máquina. Cada 8 horas de uso se realizara una inspección con un multímetro a la corriente nominal para que el motor trabaje a la carga adecuada. Para realizar esta actividad debe ser una persona certificada, un mecánico, o un electricista, la cual será cada mes con una duración por cada inspección de una hora, revisando el cableado, acometida, e instalación en general.

Figura 14: Limpieza componentes de la despulpadora de café. En la imagen se puede observar parte del canal por donde sale el café despulpado y pasa al tornillo sin fin el cual lo transporta al cilindro clasificación que es perforado el cual cierne o clasifica las semillas que están a la mitad y las que son de tamaño medio y las que tienen tamaño muy grandes o enteras las deja pasar a otro tanque. En la imagen se puede observar la despulpadora que se la ha lavado y está en condiciones óptimas de operación debido a que los componentes se observan que están en óptimas condiciones de operación.

Figura 14: Limpieza componentes de la despulpadora de café



Fuente: Elaboración propia.

Se inspecciono la despulpadora de café, se quitó la tolva, pechero, cilindro clasificación para observar y simbolizar los sistemas subsistemas, componentes de la despulpadora de café, con la

inspección se pudo determinar que la mayor parte de los componentes de la despulpadora no están muy desgastados. A continuación en la figura 15 se podrá observar la simbolización de cada componente de la despulpadora.

Figura 15: Simbolización, en la imagen se puede observar la simbolización desde los sistemas que se simboliza con una letra, luego los subsistemas

con dos letras, al final los componentes de cada sistema simbolizados con tres letras.

Figura 15: Simbolización

Simbolización Sistemas Subsistemas y componentes De La Despulpadora De Café					
Sistema	Símbolo	Subsistema	Símbolo	Componente	Símbolo
Eléctrico	E	Protección sobre carga	EP	Relés	EPR
				Contactares	EPC
		Alimentación Eléctrica	EA	Interruptores	EAI
				Acometida	EAA
				Líneas De Transmisión	EAL
				Motor	EAM
Mecánico	M	Transmisión De Potencia	MT	Bandas	MTB
				Poleas	MTP
				Ejes	MTE
				Balneros	MTB
				Rodamientos	MTR
		Depósito y Despulpado	MD	Tolva	MDT
				Tornillos	MDO
				Tuercas	MDU
				Camisa	MDC
				Cilindro	MDI
				Pechero	MDP
				Canales	MDA
		Clasificación y almacenamiento	MC	Cilindro	MCC
				Tornillo Sin Fin	MCT
				Canales	MCA
				Tanque Almacenamiento	MCU

Fuente: Elaboración propia

VII. ANALISIS RESULTADOS

Se realizó visitas a las fincas Villa Hermosa y El Pedregal en la vereda Arguello Alto en el municipio de Yacuanquer. Se entrevistó a los dueños de las despulpadoras de café Elmer Arciniegas, y Feliz Bravo, y se pudo establecer que las maquinas despulpadoras de cilindro horizontal tienen dos sistemas los cuales son el sistema eléctrico y el sistema mecánico, se identificó los componentes que conforman cada sistema. Se pudo establecer que los dueños de las despulpadoras realizan mantenimiento correctivo ya que esperan a que la maquina presente algún fallo para proceder a repararla, las medidas que toman para evitar fallos es realizar limpieza y lavado a los componentes semanalmente.

Evidencias

Elaboración del manual y socialización con el dueño de la despulpadora.

Figura 17: Lubricación los ejes, rodamientos quincenalmente. (Arciniegas, Causas de fallos, 2021).

Se realizó la visita a la finca cafetera las Gardenias del señor Armando Cano ubicada a 13 kilómetros del municipio de Yacuanquer vía Consaca Circunvalar al Galeras a una altura de 1900 msnm con una temperatura promedio de 21°C y una precipitación de 143mm El suelo es franco, con un pH 6,3, con un contenido de materia orgánica (m.o) de 4,4 %, fósforo 22,6 p.p.m., potasio 0,48 m.e.q/100 g suelo, siendo un suelo alofánico.

El señor Armando cultiva su café en una extensión de tierra de 1 hectáreas, con una plantación de 2500 plantas de café, con producción de 500 kilos de café por cosecha realizando dos en el año.

Figura 17: visita Finca Las Gardenias

En la imagen se aprecia la llegada del estudiante a la finca del caficultor en la vereda arguello Alto.

Se inspecciono la despulpadora de café, se quitó la tolva, pechero, cilindro clasificación para observar y simbolizar los sistemas subsistemas, componentes de la despulpadora de café, con la inspección se pudo determinar que la mayor parte de los componentes de la despulpadora están en buen estado. En anexos se encuentran las figuras sobre las inspecciones que se le realizaron a la despulpadora, y la asesoría al dueño de la despulpadora de café marca Enco.

Figura 17: visita Finca Las Gardenias



Fuente: Elaboración propia

Figura 18 Entrega y explicación del manual práctico.

En la imagen se observa la socialización y explicación del manual práctico con el señor caficultor Armando Cano Propietario de la finca.

Figura 18: Entrega y explicación del manual práctico



Fuente: Fuente elaboración propia

Figura 19: Identificación de las partes de la despulpadora.

En la imagen se aprecia la identificación de las partes de la despulpadora en explicándole al caficultor la importancia de cada una de ellas.

Figura 19: Identificación de las partes de la despulpadora.



Fuente: Elaboración propia

Figura 20: Fallas en la camisa de cobre. En la imagen se puede observar las fallas que presenta la despulpadora del caficultor en la camisa de cobre donde presenta desgaste y por consiguiente el mal despulpado y quebrado del grano.

Figura 20: Fallas en la camisa de cobre.



Fuente: Elaboración propia

Sistemas y elementos que conforman la despulpadora de café de cilindro horizontal.

Sistema eléctrico

Está compuesto por:
 Motor eléctrico
 Red de alimentación
 Fusibles

Interruptores
 Acometida de Alta tensión

Sistema mecánico.
 Está compuesto por:
 Poleas
 Castillo
 Bandas
 Ejes
 Engranajes
 Rodillo despulpador
 Tornillos sin fin
 Conductos
 Tolva
 Camisa rodillo despulpador
 Cilindro perforado
 Lamina aluminio canal salida de pepa
 Ejes cilindro

Canal de salida de cascara. Se inspecciono la despulpadora de café, se quitó la tolva, pechero, cilindro clasificación para observar y simbolizar los sistemas subsistemas, componentes de la despulpadora de café, con la inspección se pudo determinar que la mayor parte de los componentes de la despulpadora no están en desgaste crítico. En la figura 15 se podrá observar la simbolización de cada componente.

Causas de fallos

Se investigó, y entrevisto a los dueños de las despulpadoras de café Elmer Arciniegas, y Feliz Bravo, sobre el tipo de fallas más comunes que se han presentado en las despulpadoras de café. De acuerdo a las entrevistas realizadas al dueño Elmer Arciniegas de la despulpadora verde marca Enco, que la adquirió en año 2001, y la ha conservado hasta hora realizamos un listado sobre los componentes que más han presentado fallos a lo largo de los 20 años desde que la adquirió el dueño, con esta información se puede decir que.. Se realizó visitas y se inspecciono la despulpadora verde marca Enco, se puso en funcionamiento tres veces, despulpando café los días 3, 15, 25 de febrero del 2021, gracias a la información recolectada al dueño de la despulpadora Elmer Arciniegas, que adquirió la maquina en año 2001, y de acuerdo a la cantidad de fallos que ha presentado se puede concluir que los componentes de la despulpadora que más han presentado fallos son. (Arciniegas, Causas de fallos, 2021).

- a. El principal componente que más fallos ha presentado es la camisa del cilindro despulpador, esta es circular formada por dientes de espesor de diente a diente 0,5 cm

- b. con longitud de 0,7 cm, la camisa está fabricada en cobre para evitar la oxidación y no afecte la calidad del café. Los principales factores de desgaste son se procesan granos de café muy grandes, se procesa granos de café verdes o secos. Estos factores generan que la camisa trabaje a mayor presión provocando mayor desgaste y por ende problemas en el funcionamiento de la despulpadora de café.
- c. El segundo componente que más fallos ha presentado es el pechero ya el café pasa de la tolva al cilindro el cual lo dirige al pechero y lo comprime para separar la pulpa de la semilla del café la cual posteriormente se comercializa. Las causas que generan mayor desgaste son los granos de café muy grandes.
- d. El tercer componente que ha presentado fallos es los ejes y balineras del cilindro despulpador, ya que los granos de café verdes, y granos de café secos, afecta la revoluciones del motor ya que si sobrepasa la capacidad de despulpado 400 a 500 kg hora, puede generar mayor fricción recalentamiento y mayor desgaste de estos.
- e. El cuarto componente que ha presentado fallos, fricción es el cilindro ya que es el encargado de recibir energía mecánica con la cual el cilindro absorbe y comprime el café para despulparlo. Los principales factores que generan que el cilindro trabaje a mayor presión son café seco, granos muy grandes, granos secos, revoluciones del motor, tensión de las bandas.

El documento manual práctico se elaboró aparte donde contiene los formatos en tamaño completo para tener una mejor visualización.

Las herramientas de la metodología de LEM que se utilizaron fueron.

- Formato orden de trabajo Figura 6.
- Formato plan de lubricación Figura 7.
- Formato tipos de fallos Figura 8.
- Formato análisis de criticidad Figura 9.
- Formato ficha de equipo Figura 10.
- Formatos diagramas de Ishikawa Figuras 11.1, 11.2.
- Formato histograma Figura 12.
- Formato simbolización Figura 15

Este proyecto fue desarrollado para mejorar las condiciones de trabajo de los caficultores para evitar los fallos y paras en el proceso de transformación del café, para que así los caficultores de la región optimicen el proceso de despulpado de café.

Causas de fallas y medidas que se tomó para evitar que se presenten fallos y problemas de funcionamiento de las despulpadoras.

.De acuerdo a las investigaciones y entrevistas realizadas a los dueños, se puede describir las causas de fallos. (Arciniegas, Causas de fallos, 2021).

- a. La principal causas de fallos o problemas de funcionamiento es la selección del café, al mezclar granos verdes, granos grandes, granos secos, esto hace que la maquina trabaje a mayor carga por lo cual genera que sus componentes trabajen a mayor esfuerzo y por ende genera mayor desgaste de los mismos. Las medidas preventivas que se tomaron son, se capacito a los dueños de las despulpadoras que tienen que escoger el café en tres tipos, primero el café maduro tamaño medio, segundo pepas de café más grandes, tercero café seco, para los dos primeros se despulparan de forma independiente, para el tercero, el café seco se separara y no se despulpara, este se saltara el proceso de despulpado y pasara al proceso de secado. Los dueños de las despulpadoras nos cuentan que el factor de causas de fallos es la selección debido a que las pepas muy grandes o secas provocan que el cilindro trabaje a mayor carga, esto afecta a las partes del pechero debido a que no están diseñados para soportar cargas muy grandes, esto genera mayor desgaste de los mimos o puede causar problemas de funcionamiento, lo cual puede causar paradas debido a fallos que se puedan presentar en la despulpadora de café, por ende se busca capacitar a los caficultores de la región para que realicen una correcta selección del café, el adecuado uso de la despulpadora de café, la implementación de las herramientas de mantenimiento basado en la metodología de LEM. Las evidencias se encuentran al final en la parte de anexos.

- b. despulpado y puede pasar al siguiente proceso que es el proceso de secado y tostado y posteriormente a la molienda y comercialización del mismo.
- c. Sobrecarga, la despulpadoras que se les realizo las pruebas despulpan en promedio de 400 a 500 kg cereza hora, si al momento de despulpar se sobre carga café en la tolva y se presiona para que succione más, esto genera que los tornillos cuadrados absorban más café y el cilindro se llene completamente y trabaje a sobre esfuerzo es decir a más presión del que fue diseñado, para evitar estos problemas se limpió, se lavó la despulpadora y se capacito a los dueños para que no sobrecarguen y alteren el proceso de succión debido a que el sistema está diseñado para absorber café de acuerdo a rpm del cilindro para despulpar correctamente el café.
- d. Limpieza, calibración y lubricación, el tercer problema es debido a la lubricación limpieza y calibración, debido a que al momento de despulpar el café bota agua y viruta esta es pegajosa y con el tiempo se pega y se cristaliza, para estas medidas se desarrolló una serie de actividades semanales para evitar estos problemas, esas actividades son limpieza y lavado antes y después del uso de la despulpadora de café, se lubricara semanalmente los ejes balineras y engranes, se ajustara tención de las bandas

A que solo se utiliza en las temporadas de café que es una vez al año.

- 4. Los dueños de la despulpadora de café no le realizan un mantenimiento en si a la despulpadora, pero si realizan actividades preventivas, las cuales están a continuación, se realiza una limpieza y revisión de los componentes, se realiza lubricación mensualmente
- 5. Manual de la despulpadora de café marca Penagos lo podemos visualizar en la siguiente dirección.
http://www.mayeca.com/img/productos/pdfs/MANUAL_TECNICO_DH_N%C2%BA_2.1-2.pdf
 El cual establece que la tención de bandas debe ser de 10 mm, la parte de la lubricación es una parte fundamental para la despulpadora de café, donde estable unos problemas causas soluciones

semanalmente, se centraran ejes balineras, tornillos de fijación del motor y la despulpadora.

Información requerida para elaborar el manual práctico de operación.

1. Las despulpadoras está ubicadas en la finca Villa Hermosa en la vereda Arguello Alto del Municipio de Yacuanquer (Nariño), pertenecen a los dueños Elmer Arciniegas, Feliz Bravo.
2. La despulpadora verde marca Enco, fue comprada en el año 2001, la cual fue modificado en el año 2014 y está integrada por, el motor eléctrico, red de alimentación, está ubicada en base firme, donde esta se alinea con el motor, presenta algunas modificaciones, como la expansión de los canales, le adicionaron un subsistema de selección de pepa y cascara., el cual está compuesto por un cilindro perforado, bandas, ejes, base, canales, el subsistema de clasificación. Esto afecta el proceso ya que incorpora carga y modifica el proceso agregándole una nueva herramienta.
3. El dueño desde que la adquirió, reporta que la maquina ha presentado fallos en su funcionamiento, estos se van anotando y el dueño los ha registrado. De acuerdo a esta información se realizo un formato en Excel sobre la cantidad de fallos que se ha presentado en año 2019, por lo general la mayoría de sus partes están fabricadas en hierro fundido y aluminio, las despulpadoras tienen una larga vida útil, debido

para el caso de que llegue a presentarse un error en el funcionamiento.

6. Características Máquina

Capacidad 400 a 500 kg de cereza hora.
 La potencia Motor es 0.5 HP, Marca Siemens
 Velocidad de rotación del motor es de 1740 RPM.
 Diámetro del motor en pulgadas 5".
 Diámetro de la polea cilindro en pulgadas 7.5".
 Longitud del cilindro clasificación en pulgadas 16".
 Diámetro del Polea Motor en pulgadas 3".
 R.P.M del cilindro 350 – 400.
 Numero de chorros 4.
 Tipo de contactor que utiliza el motor LUC-B05
 Peso neto 70 kg.

7. Las condiciones en que debe estar la maquina es un lugar seco, espacio 2m alrededor, cubierto, para el proceso de despulpado, se debe utilizar agua para evitar el desgaste del cilindro, se debe realizar un lavado antes y después del uso de la despulpadora de café. Se tiene que llevar registro de las horas de uso y estados de los componentes.
8. El operador de la maquina debe ser una persona capacitado para operar la despulpadora y la correcta aplicación del plan de mantenimiento.
9. Las condiciones en que debe estar la maquina es un lugar seco, espacio 2m alrededor, cubierto, para el proceso de despulpado, se debe utilizar agua para evitar el desgaste del cilindro, se debe realizar un lavado antes y después del uso de la despulpadora de café. Se tiene que llevar registro de las horas de uso y estados de los componentes.
10. El operador de la maquina debe ser una persona capacitado para operar la despulpadora y la correcta aplicación del plan de mantenimiento.

VIII. CONCLUSIONES

Con esta investigación, desarrollo del manual práctico de operación, y la información recolectada sobre la cantidad de fallos se puedo establecer que los componentes que más han presentado fallos son, el cilindro despulpador y el pechero los cuales por medio de presión despulpan el café, por ende presentan o tienen mayor desgaste y por ende requieren mayor inspección y mayor control, para evitar paradas por fallos.

La vida útil de la despulpadora es larga, debido a que está fabricada en hierro fundido y aluminio. Las despulpadoras solo se las utiliza en la época de cosecha de café que es una vez al año.

De acuerdo al desarrollo del manual práctico de operación se pudo determinar que el dueño no tenía un manual de la máquina, sobre las partes y el uso adecuado, por ende se busca instruir al operario sobre las características de la máquina y el mantenimiento que se le debe realizar a la despulpadora.

De acuerdo a las inspecciones se pudo establecer que el cilindro de clasificación está en buen estado, realizando una buena filtración de la pepa, y la cascara dejándola pasar.

El manual práctico de operación se puede utilizar en despulpadoras de cilindro horizontal marca Enco y

Penagos Hermanos, no se recomienda utilizar en despulpadoras de cilindro vertical o de disco debido a que tienen componentes diferentes.

La mayor parte de las actividades de mantenimiento lo deben realizar personas capacitadas en el uso adecuado de la despulpadora de café, y sobre el adecuado mantenimiento que se le debe realizar.

Todos los formatos son de elaboración propia, basados en conocimientos previos de mantenimiento electromecánico.

La mayor parte de la información se la obtuvo de los dueños de las despulpadoras Elmer Arciniegas y Feliz Bravo, los cuales aportaron con información esencial de las despulpadoras de café.

El documento manual práctico se elaboró aparte donde contiene los formatos en tamaño completo para tener una mejor visualización.

Debido al tiempo de ejecución del proyecto, no se pudo establecer causas, consecuencias de la implementación del manual práctico, debido a que se necesita implementar, a ser seguimiento, cuantificar resultados para obtener resultados, esto puede demorar hasta un año, debido a que el café solo grana una vez al año y el tiempo de uso de la despulpadora en época de cosecha se la utiliza con una frecuencia diaria.

XIV. GLOSARIO

ARÁBICA: arbusto de la familia de las rubiáceas nativo de Etiopía. (Rojas, 1987).

CAFÉ CATURRA: tipo de café mutado de variedad borbón, de porte bajo y procedente del estado Minas Gerais en Brasil. (Guevara, 1997).

DESPULPAR: Proceso mediante el cual se separa la cascara de la semilla de café. (agua, 1991).

JORNAL: Trabajo remunerado por días entre campesinos. (Capital, 2000).

MÁQUINA DESPULPADORA DE CAFÉ: Es una maquina compuesta por componentes los cuales están fabricados en hierro y aluminio, la maquina está diseñada para separar la semilla de la cascara, la cual la separa para su posterior comercialización. (Díaz, 2016).

MANTENIMIENTO PREVENTIVO: Son actividades destinadas a evitar fallos antes de que se produzcan, por medio de inspecciones , limpieza para evitar paradas, este se realiza cuando los quipos están operando o no estén el funcionamiento, para incrementar la fiabilidad, se busca evitar fallos antes de que se produzcan. (Botero, 1991).

MANUAL DE OPERACIÓN: Es un archivo en cual se tiene una guía sobre los componentes de las equipos estudiados, establece cuál es su correcto uso, y establece

un manual de mantenimiento que se le debe dar a la máquina, tiene recomendaciones de uso, es la base para operar una despulpadora de café y realizarle el mantenimiento a la máquina, el cual su objetivo es guiar al propietario u operario sobre el uso adecuado y tipo de mantenimiento, para evitar fallos y mal funcionamiento, para conservar la despulpadora de café. (Hernández, 2011).

PALIAR: Proceso mediante el cual se lequita la yerba o la maleza a las plantaciones de café. (P., 2006)..

PECHERO: Elemento que sirve para comprimir y dirigir el curso de la cereza de café al momento de despulsarse. (Meza, 2020).

PERGAMINO: cascara que cubre y protege el grano de café. (Q, 1999).

PROCESAMIENTO DE CAFÉ: actividad mediante la cual se trata el café en la cual se extrae la semilla de la pulpa, luego se seca, se tuesta, se muele para su posterior venta. (Córdoba, 2016)

PULPA: tejido celular vegetal, obtenido en el proceso de despulpado que sirve para el abono de los cultivos. (E, 1978)

TOLVA: es un dispositivo similar a un embudo de gran tamaño destinado al depósito y canalización de materiales granulares o pulverizados, entre otros (García, 2000).

En ocasiones, se monta sobre un chasis que permite el transporte.

I. RECOMENDACIONES

Este plan de mantenimiento solo está diseñado para despulpadoras de café

La información para desarrollar este proyecto es información de los caficultores que han venido utilizando la despulpadora desde años anteriores.

Las capacitaciones fueron dadas para el adecuado uso e implementación correcta del plan de mantenimiento.

El manual práctico de operación puede ser utilizado para máquinas despulpadoras de café de cilindro horizontal, no se recomienda para máquina de cilindro vertical o de disco debido a que cambian algunos de sus componentes.

La despulpadora verde marca Enco que se tomó como referencia, era manual impulsada por una manivela, con el pasar del tiempo se la modificó, se le adaptó, el cilindro de clasificación, y el motor eléctrico marca Siemens de 0.5 hp.

La persona encargada de realizarle mantenimiento a la despulpadora debe ser una persona capacitada para realizar mantenimiento y operar la despulpadora de café.

El responsable de firmar la orden de trabajo debe ser una persona diferente del operario que este capacitada para operar la despulpadora e implementar el mantenimiento preventivo, para que le ayude en la actividad de despulpado y este pendiente de cualquier anomalía en la realización de la actividad.

Se inspeccionará semanalmente cada componente de la despulpadora para verificar el estado de desgaste, principalmente los componentes que trabajan a mayor fricción como lo es el cilindro la camisa del cilindro, el pechero, para evitar mal funcionamiento de la máquina, se realiza limpieza después del uso de la despulpadora de café, semanalmente se lavará la despulpadora para evitar que se acumule el mucilago o mugre en el cilindro y los canales. Mensualmente se tensionará las bandas que no sobrepasen los 10 mm de flexión, se destapará la máquina para observar el desgaste de los componentes y el que este muy desgastado se realizará el respectivo cambio.

El uso de EPP debe ser obligatorio cuando se vaya a operar la despulpadora, para evitar accidentes laborales.

Se debe realizar una limpieza cada 8 horas de uso, o semanalmente debido a que la pepa del café sale con savia, la cual es pegajosa, y al estar en un ambiente seco se incrusta en los huecos y tapa los filtros provocando que se tapen o provoque mal funcionamiento del sistema de clasificación, se realizará inspecciones periódicas y de acuerdo al estado de desgaste de cada componente se procederá, si está en buen estado se lubricará y limpiará, o en cambio cuando el componente este en desgaste crítico de debe cambiar.

Anexos

A continuación se puede observar las partes de la despulpadora marca Enco, se desarmo la máquina, para verificar el estado de los componentes, para luego volverlos a instalar, al armarla se tensiono las bandas, se lubrico los ejes y balineras, se limpió los componentes internos de la despulpadora, se ajustó pernos y tornillos a la base. Se capacitó a al dueño de la despulpadora sobre cuáles son los componentes que más requieren mantenimiento, se le entrego el manual práctico y se capacito al dueño sobre el adecuado uso de la despulpadora de café y la adecuada implementación de las herramientas de mantenimiento que se encuentran en el manual.

Figura anexo 5: desgaste en la camisa del tambor



Fuente: Elaboración propia

Figura anexo 6: Extraccion de la tapa protectora del tambor



Fuente:Elaboración propia

Figura anexo 7: Extraccion de la polea



Fuente: Elaboración propia

Figura anexo 9: Cambio de la banda



Fuente: Elaboración propia

Anexo 8: Extraccion y limpieza de engrases



Fuente: Elaboración propia

Figura anexo 10: revision del alimentador en buen estado



Fuente: Elaboración Propia

Figuras Anexo 11: Graficas Del Manual Practico de una Despulpadora de café.





RODAJE



REGULADOR DE CEREZO
EJE DEL CILINDRO O TAMBOR

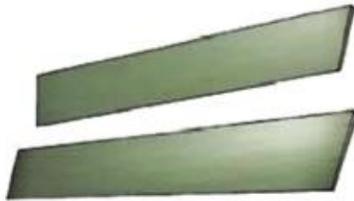


CILINDRO O TAMBOR CON
CAMISA DE COBRE



ENGRANAJE

Tener una despulpadora operando al 100% es indispensable para lograr un gran resultado.



CUBIERTA

INTRODUCCION

La vida útil de una maquina esta dada por su mantenimiento y trato a la cual va ser expuesta, en este manual encontraremos la rutina de limpieza, inspección, ajuste y lubricación, esto es un mantenimiento preventivo el cual nos evitara posibles daños en la máquina.

QUE ES EL DESPULPADO

Consiste en separar la pulpa del grano de café, esto ocurre cuando la despulpadora comprime los cerezos en el espacio conformado entre el pechero y los dientes de la camiseta, con este proceso se desprende el grano del mucilago.



la las piezas de la maquina han tenido el mantenimiento oportuno.

- Procesa una determinada cantidad de granos según el tiempo indicado para cada equipo.

PARTES DE UNA DESPULPADORA

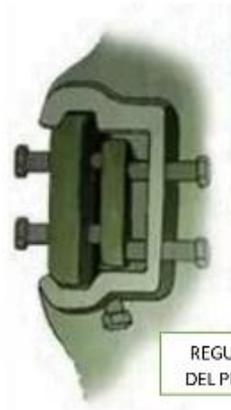


UNA DESPULPADORA EN BUEN ESTADO DEBE PRESENTAR LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS:

- Despulpar todos los cerezos para obtener los granos.
- Mantener los granos de café intactos.
- Funcionar sin hacer ruidos extraños lo cual no indicara que



PECHERO (VISTA INTERIOR Y EXTERIOR)



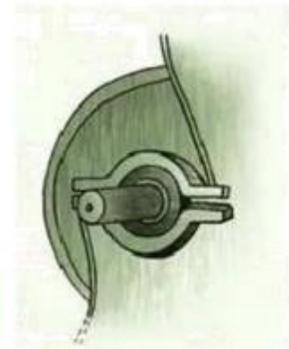
REGULADOR DEL PECHERO



CHUMACERA O RODAMIENTO MONTADO

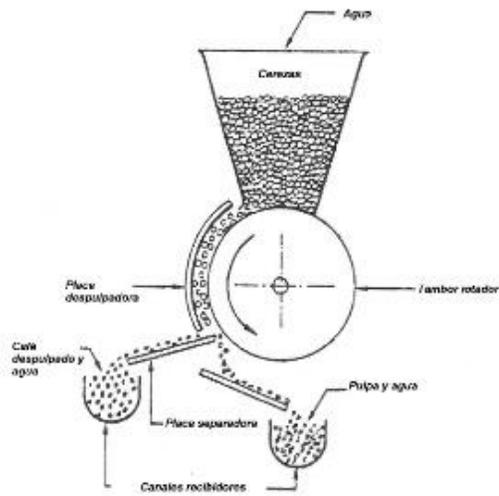


CASTILLO



RODAJE DEL EJE DEL TAMBOR

RECORRIDO DEL CEREZO EN LA DESPULPADORA



- Proveerse de las llaves necesarias.



- Verificar el desgaste de los componentes: pechera, camisera, rodajes y eje regulador de cerezo.
- Cambiar piezas con signos de desgaste.
- Engrasar los rodamientos y rodajes.
- Ajustar los tornillos y tuercas.

MANTENIMIENTO AL INICIO DE CAMPANA



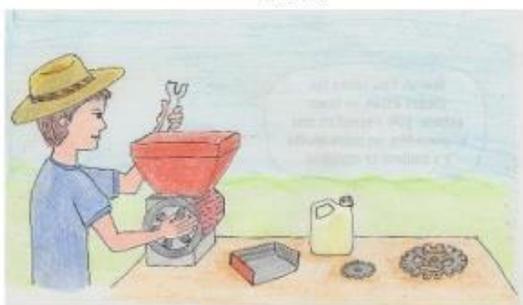
Durante la cosecha el mantenimiento de tu despulpadora debe ser:

1. DIARIO

- Lavar y limpiar el cilindro después de despulpar con ayuda de un cepillo.
- Elimina los residuos del eje alimentador.

2. SEMANAL

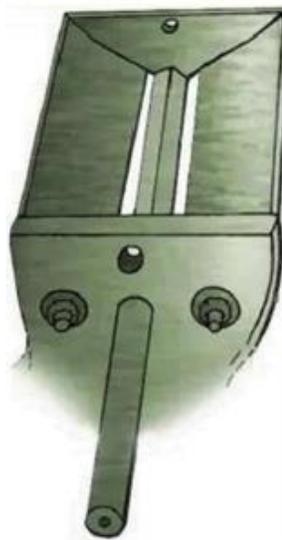
- Ajusta los tornillos de la tolva, pechera y los que sujetan las poleas.
- Engrasar las partes móviles y rodajes.
- Revisa el desgaste de las piezas: pechero, camiseta y rodajes.
- Cuida la tensión de las bandas.



CALIBRACION DE UNA DESPULPADORA

Consiste en regular la cantidad de cerezo que ingresa al despulpado y en ajustar la despulpadora al tamaño del cerezo.

Evaluar la calidad del producto procesado, revisar si hay presencia de pulpa, de grano sin despulpar o granos con daño mecánico como: mordidos, aplastados.



je alimentador (centro), y cuchilla reguladora (der.)

CALIBRACION EN EL CASTILLO

- Para frutos grandes el pechero se aleja
- Para frutos pequeños el pechero se acerca
- Si la proporción de la pulpa en el grano es mayor que la aceptable, debe acercarse el pechero al cilindro
- Si la proporción de granos sin despulpar es mayor que la aceptable, el pechero debe acercarse al cilindro
- Si los granos mordidos y trillados superan los límites aceptables, el pechero debe alejarse del cilindro
- Si hay presencia de granos sanos en la pulpa, el pechero debe acercarse



CALIBRACION DE LA PECHERA

Si está aplastando el grano, acercar el pechero al cilindro, aflojando los tornillos posteriores de la pechera a ambos lados hasta que la camisera toque la pechera suavemente.

Si esta mordiéndolo el grano entonces realizar lo inverso hasta que deje de morder desajustando los tronillos posteriores.

ATENCION: Limpia tu despulpadora para evitar la presencia de granos podridos que afectan la calidad de tu lote de café.

Realiza un buen mantenimiento a la despulpadora y lograras que funcione por más tiempo.

A más mantenimiento menos perdida y más platita en el bolsillo.

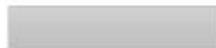


Antes de iniciar la cosecha ¿reviso como estaba funcionando su máquina despulpadora?

¿sabe cuanto puede estar perdiendo en esta cosecha por no hacer control de perdidas en el beneficio?

En cinco pasos vamos a darnos cuenta la despulpadora. Adicionalmente vamos a calcular las perdidas si la despulpadora no funciona.

1. Pese 5 kilos de café cereza y despúlpelos. Recoja la pulpa y el café beneficiados.
2. Pérdida en la muestra. Del café despulpado separe las almendras que quedaron en la pulpa, las almendras mordidas, las almendras de cerezas de buen tamaño que no fueron despulpadas. Cuéntelas y regístrelas en el cuadro siguiente



Numero de Almendras

Gramos de Cereza Perdidos



3. Calcule las pérdidas de la cosecha, emplee la siguiente fórmula:

$$\boxed{} \times \boxed{} + 5000 = \boxed{}$$

Gramos de cereza perdidos Kg de Cereza esperados en la cosecha Kg de cereza perdidos en la cosecha

4. Calcule las pérdidas en pergamino seco para la cosecha. Apóyese en los cuadros siguientes:

$$\boxed{} + 5 = \boxed{}$$

Kg de cereza perdidos en la cosecha Facto de conversión para pasar de cereza a pergamino Kilos de pergamino seco perdidos en la cosecha

Se considera que la máquina está funcionando bien si:

- ❖ El porcentaje de pulpa en el grano es inferior al 2%
- ❖ El daño mecánico es inferior al 1%
- ❖ El porcentaje de granos sin despulpar es inferior al 1%
- ❖ No se observan granos en la pulpa



5. Calcule las pérdidas en dinero para la cosecha. Apóyese en los cuadros siguientes:

$$\boxed{} \times \boxed{} = \boxed{}$$

Kilos de pergamino seco perdidos en la cosecha Precio de un kilo de pergamino seco Dinero perdido en la cosecha

Fuente: Elaboración propia

XV. BIBLIOGRAFÍA

- [1] JM, E. S. (1 de 9 de 2020). *JMEstrada.com*. Obtenido de <http://jmestrada.com/cafe>
agua, D. d. (25 de 10 de 1991). *Cinecafé*. Obtenido de *Cinecafé*: <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/745>
- [2] Alvarez, G. (15 de 04 de 1992). *Título: Estudio sobre dos modelos de despulpadoras de cilindro vertical marca Penagos.. Editado en: Chinchiná (Colombia), Cenicafé, 1992.. 15 p.*. Obtenido de *Título: Estudio sobre dos modelos de despulpadoras de cilindro vertical marca Penagos.. Editado en: Chinchiná (Colombia), Cenicafé, 1992.. 15 p.*: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=CAFE.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mn=024850>
- [3] Apolinario, A. (03 de 04 de 2020). *Clasificación de estándares de gestión de mantenimiento en equipos hospitalarios*. Obtenido de *Clasificación de estándares de gestión de mantenimiento en equipos hospitalarios*: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/52123>
- [4] Arciniegas, E. (28 de 02 de 2021). *Causas de fallos*. (D. Arciniegas, Entrevistador)

- [5] Arciniegas, E. (21 de 03 de 2021). Falos Despulpadora De Café. (D. Arciniegas, Entrevistador)
- [6] Botero, C. (21 de 02 de 1991). *SENA.com*. Obtenido de SENACOM: <https://hdl.handle.net/11404/1550>
- [7] Botero, G. (25 de 08 de 1991). *Mantenimiento preventivo por sistema LEM*. Obtenido de Mantenimiento preventivo por sistema LEM: <https://hdl.handle.net/11404/1552>
- [8] Brabo, F. (28 de 02 de 2021). Probabilidad de fallos. (G. Yandar, Entrevistador)
- [9] Brabo, F. (25 de 02 de 2021). Problemas Funcionamiento Despulpadoras De Café. (D. Arciniegas, Entrevistador)
- [10] Buencafé. (15 de 3 de 2010). *Buencafé*. Obtenido de <https://www.buencafe.com/blogs/cafe-de-colombia/>
- [11] Cafeteros, F. N. (22 de 12 de 2019). *Federación Nacional De Cafeteros*. Obtenido de <https://federaciondecafeteros.org/wp/listado-noticias/produccion-de-cafe-de-colombia-cerro-el-2019-en-148-millones-de-sacos/>
- [12] Cafeteros, F. N. (10 de 20 de 2019). *Federación Nacional De Cafeteros*. Obtenido de <https://federaciondecafeteros.org/wp/listado-noticias/produccion-de-cafe-de-colombia-cerro-el-2019-en-148-millones-de-sacos/>
- [13] Capital, T. A. (19 de 03 de 2000). *Trabajo asalariado y capital*. Obtenido de Trabajo asalariado y capital: http://www.papelesdesociedad.info/IMG/pdf/trabajo_asalariado_y_capital.pdf
- [14] CaféDeColombia. (5 de 08 de 2010). *CaféDeDeColombia*. Obtenido de Café de Colombia. (2010). Impacto social. Disponible en
- [16] Chalarca, J. (2009). *El Café En La Vida De Colombia*. Bogotá: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1987.
- [17] Colombia, C. d. (28 de 2 de 2010). *CAFÉ De Colombia*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4655/465545897005.pdf>
- [18] Colombia, F. N. (2007). *Manual Del Cafetero Colombiano*. Bogotá: Olga Clemencia Parra C. Fundación Manuel Mejía.
- [19] Córdoba, N. (19 de 04 de 2016). *SciELO*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v14n2/v14n2a09.pdf>
- [20] Darío, I. (22 de 10 de 2004). *Tesis*. Obtenido de <https://javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/tesis165.pdf>
- [21] Díaz, D. (28 de 07 de 2016). *Fundación Universidad De América*. Obtenido de Fundación Universidad De América: <http://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/469>
- [22] E, B. J. (1978). *Pulpa De Café*. Bogotá: Stella R. de Feferbaum.
- [23] ELTiempo. (20 de 8 de 2018). *Eltiempo.com*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-846821>
- [24] FederaciónNacionalDeCafeteros. (2018). *Informe Gerente General*. Bogotá: SEC.
- [25] Flores. (2018). Caficultores colombianos hacen posible el lanzamiento de Café Artesano Santuario. *EMPRESARIAL Y LABORAL*, 1-5.
- [26] García, J. (2000). *Palmas*. Bogotá: Centro Empresarial Pontevedra.
- [27] Guevara, E. (21 de 02 de 1997). *GERMINACIÓN DE SEMILLA DE CAFÉ CATURRA*. Obtenido de GERMINACIÓN DE SEMILLA DE CAFÉ CATURRA: https://www.mag.go.cr/rev_agr/v21n02_207.pdf
- [28] Hernández, D. (2016). *diseño de una despulpadora de café de win antonio diaz*. Obtenido de http://www.mayeca.com/img/productos/pdfs/MANUAL_TECNICO_DH_N%C2%BA_2_1-2.pdf
- [30] Hernández, D. (28 de 07 de 2016). *Diseño de una despulpadora de café*. Obtenido de Diseño de una despulpadora de café: <http://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/469>
- [31] Hernández, L. (16 de 05 de 2011). *Manual metodológico para la definición de agendas de investigación y desarrollo tecnológico en cadenas productivas agroindustriales*. Obtenido de Manual metodológico para la definición de agendas de investigación y desarrollo tecnológico en cadenas productivas agroindustriales: https://d1wqxts1xzle7.cloudfront.net/60031832/Manual_de_Operacion_de_Estacion_Total20190716-77138-1peaqs.pdf?1563327650=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMANUAL_DE_OPERACION_DE_LA_ESTACION_TOTAL.pdf&Expires=1618366893&Signature=PcsR~az9
- [32] Jerardo. (20 de 09 de 2020). *Mercado Libre*. Obtenido de Mercado Libre: <https://listado.mercadolibre.com.co/precio-despulpadora-de-cafe>
- [33] JONATHAN, M. (07 de 11 de 2017). *USAC*. Obtenido de USAC: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/6100/>
- Londoño, J. (28 de 02 de 2021). Normas Mantenimiento. (D. Arciniegas, Entrevistador)
- [34] Meneses, M. (17 de 03 de 2020). *UNAD*. Obtenido de UNAD: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/31791/yemunozm.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- [35] Meza, C. (30 de 03 de 2020). *Prácticas de Mantenimiento y Reparación de Máquinas despuladoras de Café (Coffea arábica) con caficultores del ...*. Obtenido de Prácticas de Mantenimiento y Reparación de Máquinas despuladoras de Café (Coffea arábica) con caficultores del ...: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/31942>
- [36] P., M. (18 de 05 de 2006). *La humanidad de las semillas sembrada en la santa tierra: la economía campesina en el Valle de Tenza*. Obtenido de La humanidad de las semillas sembrada en la santa tierra: la economía campesina en el Valle de Tenza: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/3022>
- [37] Patiño, S. (03 de 03 de 2021). Situación Proceso De Despulpado. (G. Yandar, Entrevistador)
- PLAYER, D. (15 de 08 de 2018). *DOC PLAYER*. Obtenido de <https://docplayer.es/36005979-Mantenimiento-de-una-despulpadora-de-cafe-tipo-tambor-horizontal.html>
- [38] Portillo, F. (21 de 03 de 2021). Condiciones Óptimas De trabajo. (D. Arciniegas, Entrevistador)
- [39] Q, P. (28 de 05 de 1996). *La calidad del café*. Obtenido de La calidad del café.: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=GREYLIT.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=004635>
- [40] Q, P. (01 de 03 de 1999). *Influencia del proceso de beneficio en la calidad del café*. Obtenido de Influencia del proceso de beneficio en la calidad del café: <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/58>
- [41] Q, P. (01 de 06 de 2000). *Influencia de los granos de café cosechados verdes en la calidad física y organoléptica de la bebida*. Obtenido de Influencia de los granos de café cosechados verdes en la calidad física y organoléptica de la bebida: <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/65>
- [42] Q, P. (01 de 05 de 2000). *Influencia de los granos de café cosechados verdes en la calidad física y organoléptica de la bebida*. Obtenido de Influencia de los granos de café cosechados verdes en la calidad física y organoléptica de la bebida: <http://hdl.handle.net/10778/65>
- [43] Q, P. (28 de 02 de 2001). *Cómo garantizar la buena calidad de la bebida del café y evitar los defectos*. Obtenido de Cómo garantizar la buena calidad de la bebida del café y evitar los defectos: <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/562>
- [44] ROBLED, A. A. (13 de 08 de 2009). *CLIMA ANDINO Y CAFE DE COLOMBIA*. Ciudad De México, Ciudad : CENICAFE, 2005.

- [45] Rojas, O. (1987). *Zonificación Agroecológica Para El Cultivo Del Café (coffea arabica) En Costa Rica*. San Jose: ISSN.
- [46] Sonia. (19 de 08 de 2020). *Autenticocafé.es*. Obtenido de <https://elautenticocafe.es/datos-de-consumo-de-cafe-en-el-mundo/#:~:text=El%20consumo%20de%20caf%C3%A9%20crece,de%20caf%C3%A9%20en%20365%20d%C3%ADas>.
- [47] Tiempo, E. (20 de 06 de 2018). *eltiempo.com*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-846821>
- [48] Tiempo, E. (20 de 8 de 2018). *Eltiempo.com*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-846821>
- [49] Vilardell, N. (2012). *Mantenimiento Practico Industrial*. Bogotá: Fideslec.
- [50] Wikipedia. (17 de 09 de 2020). *Wikipedia.com*. Obtenido de Wikipedia.com: https://es.wikipedia.org/wiki/Caf%C3%A9_de_Colombia