

MÁQUINA DESPULPADORA DE CAFÉ CON AIRE “BIOKOPPI”

PRESENTADO POR:

Juan Carlos Bernal Berbesí

PRESENTADO A:

Leonardo Morales Silva



UNIVERSIDAD
EL BOSQUE

UNIVERSIDAD EL BOSQUE
FACULTAD DE CREACIÓN Y COMUNICACIÓN
PROYECTO DE GRADO DE BIO-GEO DISEÑO
BOGOTÁ
2019

NOTA DE SALVEDAD DE RESPONSABILIDAD INSTITUCIONAL

“La universidad El Bosque no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”

AGRADECIMIENTOS

A todos aquellos que se hicieron partícipes de este y mil proyectos más. Gracias por ser el motor de mi propia vida, gracias por mostrarme que detrás de cada gran triunfo, existe una eterna lucha y trabajo duro por ser siempre más y siempre mejor. A mis maestros quienes creyeron en mí, quienes me dieron lo mejor que un ser humano le puede brindar a otro: tiempo y sabiduría. A todos ustedes.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
RESÚMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
CONTEXTO REAL DE LA APLICACIÓN.....	6
PERFIL DEL USUARIO.....	8
PROPUESTA DEL PROYECTO.....	10
FACTIBILIDAD DEL PROYECTO.....	11
OBJETIVOS.....	12
Objetivo General.....	12
Objetivos específicos.....	12
LIMITES O ACOTACIONES DEL PROYECTO.....	13
MARCO TEÓRICO.....	14
Marco histórico.....	14
Contexto económico del café.....	15
Implicación medio-ambiental.....	16
La producción del café en Colombia.....	16
Departamentos cafeteros en Colombia.....	17
Procesos del café.....	18
Despulpado del café.....	18
Fermentación.....	19
Remoción del mucilago.....	20
Lavado del café.....	20
Secado del café.....	21
El despulpado y su maquinaria.....	21
Métodos de despulpado.....	21
Despulpadoras.....	22

Despulpadora de disco.....	22
Despulpadora Roeng.....	22
Despulpadora de tambor horizontal.....	22
Despulpadora de tambor vertical.....	23
Despulpadora de pantalla.....	24
Transporte de la pulpa a través de un tornillo sin fin.....	24
Clasificación y limpieza del café pergamino despulpado.....	25
Desmucilagadoras	25
Desmucilagadora de cepillo Desmucilagadora de cepillo.....	25
Desmucilagadora de flujo discontinuo por tandas.....	26
Desmucilagadora tipo Elmu.....	26
Desmucilagadora continua de flujo ascendente.....	27
REQUERIMIENTOS DEL DISEÑO.....	28
Requerimientos de uso.....	28
Requerimientos estéticos.....	28
MARCOS REFERENCIALES.....	29
Primera despulpadora.....	29
Desmucilagadora de flujo discontinuo por tandas.....	29
Desmucilagadora tipo Elmu.....	30
Desmucilagadora continua de flujo ascendente.....	30
Otras máquinas despulpadoras comerciales actuales.....	31
PLANOS BÁSICOS.....	33
PRODUCCIÓN.....	35
RESULTADOS.....	36
DISCUSIÓN.....	39
GLOSARIO.....	41
BIBLIOGRAFÍA.....	42
ANEXOS.....	43
Anexo A. Despiece.....	43

Anexo B. Mandos y controles.....	43
Anexo C. Secuencia de uso.....	44
Anexo D. Cronograma.....	45

INDICE DE TABLAS Y DIAGRAMAS

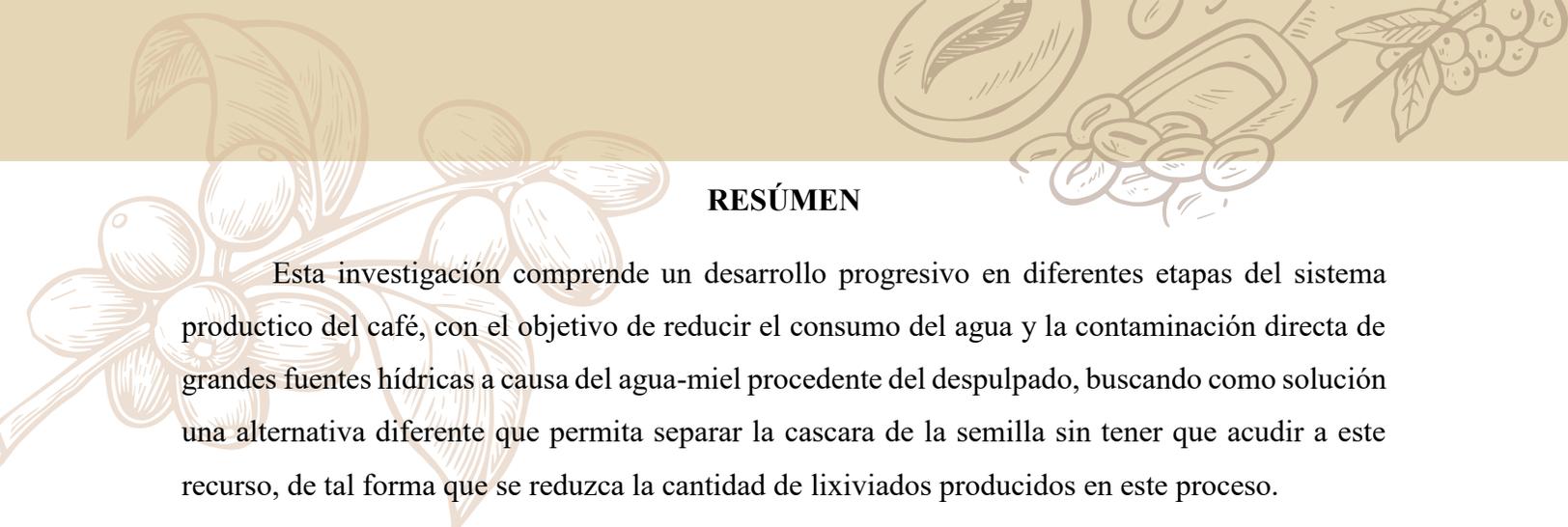
Tabla 1. Producción de máquina Bio-Koppi.....	35
Tabla 2. Cronograma de actividades.....	45
Diagrama 1. Comparación entre despulpadoras comerciales y BioKoppi.....	36

INDICE DE IMÁGENES

Figura 1. Mapa de Santa María, Huila.	6
Figura 2. Foto aérea de Santa María, Huila.	7
Figura 3. Caficultores tradiciones colombianos. Cortesía Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.	8
Figura 4. Sistema de despulpa de café	19
Figura 5. Fermentación del café por medio de tanque tina.....	19
Figura 6. Proceso de lavado del café	20
Figura 7. Sistema de secado natural del café.....	21
Figura 8. Sistema de despulpado de disco	22
Figura 9. Despulpadora de cilindro horizontal.....	23
Figura 10. Despulpado de cilindro cónico vertical	23
Figura 11. Tornillo sinfin de transporte.....	24
Figura 12. Desmucilaginadora de cepillo.....	26
Figura 13. Primera planta firma.....	29
Figura 14. Desmucilaginadoras de flujo discontinuo por tandas.....	29
Figura 15. Desmucilaginadora de flujo continuo tipo "Elmu".....	30
Figura 16. Desmucilaginadora continua de flujo ascendente.....	30
Figura 17. Desmucilaginador vertical ascendente delva dx – 4.....	31
Figura 18. Despulpadora horizontal de café dh – 6.....	31
Figura 19. Despulpadora clasificadora de verdes dcv 306.....	32
Figura 20. Despulpadora vertical de café dv 255.....	32
Figura 21. Planos generales de carcaza.....	33
Figura 22. Planos máquina despulpadora.....	34
Figura 23. Vías de acceso de la máquina.....	36
Figura 24. Despiece BioKoppi.....	43
Figura 25. Mandos y controles.....	43
Figura 26. Paso 1 uso de la máquina.....	44
Figura 27. Paso 2 uso de la máquina.....	44
Figura 28. Paso 3 uso de la máquina.....	45

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1. Despiece.....	42
Anexo 2. Mandos y controles.....	42
Anexo 3. Secuencia de uso.....	43
Anexo 4. Cronograma.....	45



RESÚMEN

Esta investigación comprende un desarrollo progresivo en diferentes etapas del sistema productivo del café, con el objetivo de reducir el consumo del agua y la contaminación directa de grandes fuentes hídricas a causa del agua-miel procedente del despulpado, buscando como solución una alternativa diferente que permita separar la cascara de la semilla sin tener que acudir a este recurso, de tal forma que se reduzca la cantidad de lixiviados producidos en este proceso.

Se realizó en Santa María, un municipio de Colombia ubicado en el noroccidente del departamento del Huila, donde se hizo una investigación in situ, revisando el impacto medioambiental del proceso, creando un prototipo de una máquina despulpadora, llevando a cabo pruebas progresivas sobre el impacto de esta.

El producto llamado “Bio-Koppi”, es un producto agrícola optimizador del proceso del café, enfocado al despulpe con aire, hecho en acero inoxidable, acero cold rolled, con uniones en soldadura tig. Acabado semi-brillante y destinada a todos los productores cafeteros de media y alta producción.

Como resultado final, este producto logra según las proyecciones y pruebas, disminuir el impacto sobre el medio ambiente. Dadas las condiciones actuales del mercado, este producto ofrece altos beneficios para el sector, dando una solución práctica, cómoda y positiva para la economía y la naturaleza. De llevarse a una escala industrial, este producto transformará el proceso de recolección del café, ahorrando tiempo, dinero y sobretodo preservando el medioambiente.

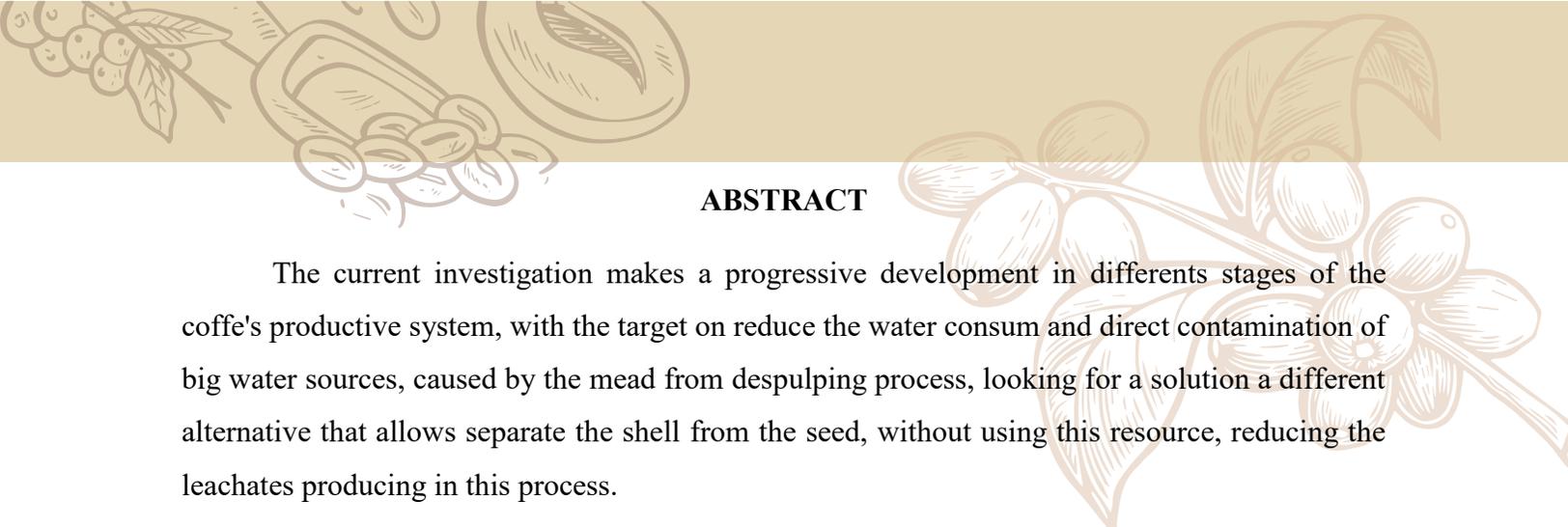
PALABRAS CLAVE:

Despulpadora

Café

Despulpado por aire

Producción cafetera



ABSTRACT

The current investigation makes a progressive development in different stages of the coffee's productive system, with the target on reduce the water consumption and direct contamination of big water sources, caused by the mud from despulping process, looking for a solution a different alternative that allows separate the shell from the seed, without using this resource, reducing the leachates producing in this process.

It was done on Santa Maria, a Colombian municipality, located on the northwest from department of Huila, where was done an investigation in situ, reheating the environmental impact of the process, creating a prototype of a depulp machine, doing progressive tests over the its impact.

The machine called "Bio-Koppi", is an agricultural machine optimizing the coffee process, focus on air depulp, made on stainless steel, cold roll steel, with joints in tig welding, semi-gloss finishing. The machine is intended for all coffee producers of medium and high production.

As a final result, this machine achieves, based on projections and tests, decrease the impact over the environmental. Given the current market conditions, this machine offers high benefits for the sector, giving a practice solution, comfortable and positive for the economy and the nature. if it is carried on an industrial scale, this product will transform the coffee's collect process, saving time, money and overall, preserving the environmental.

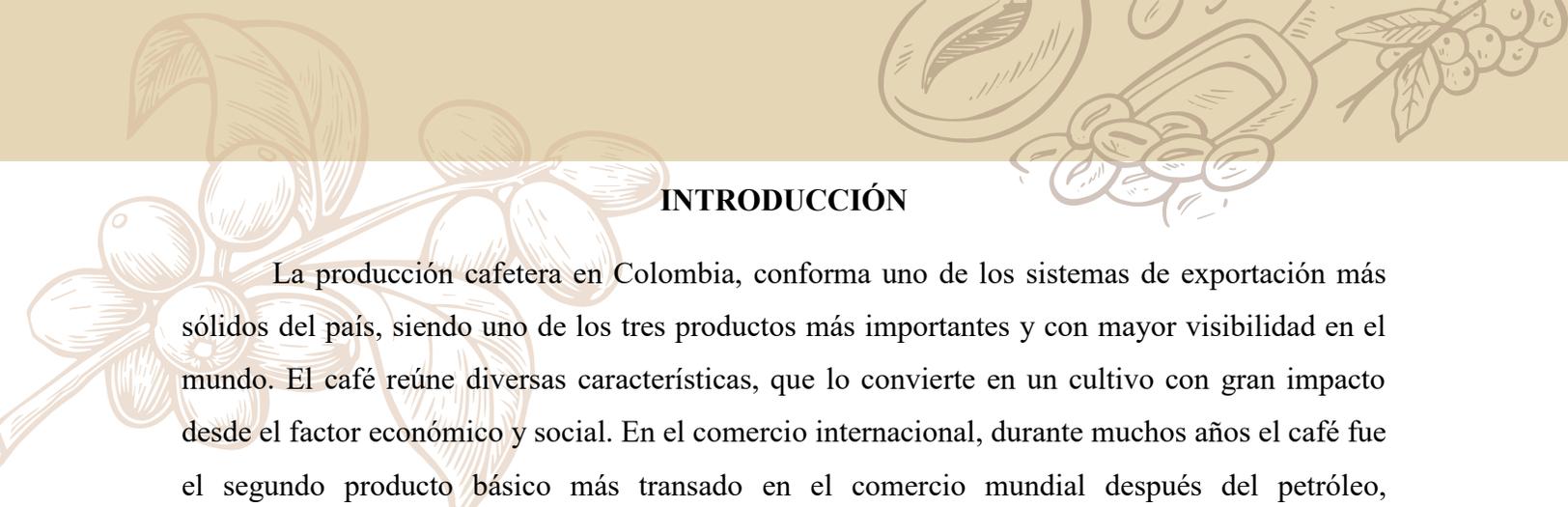
Keywords

Depulp machine

Coffee

Depulped by air

Coffee production



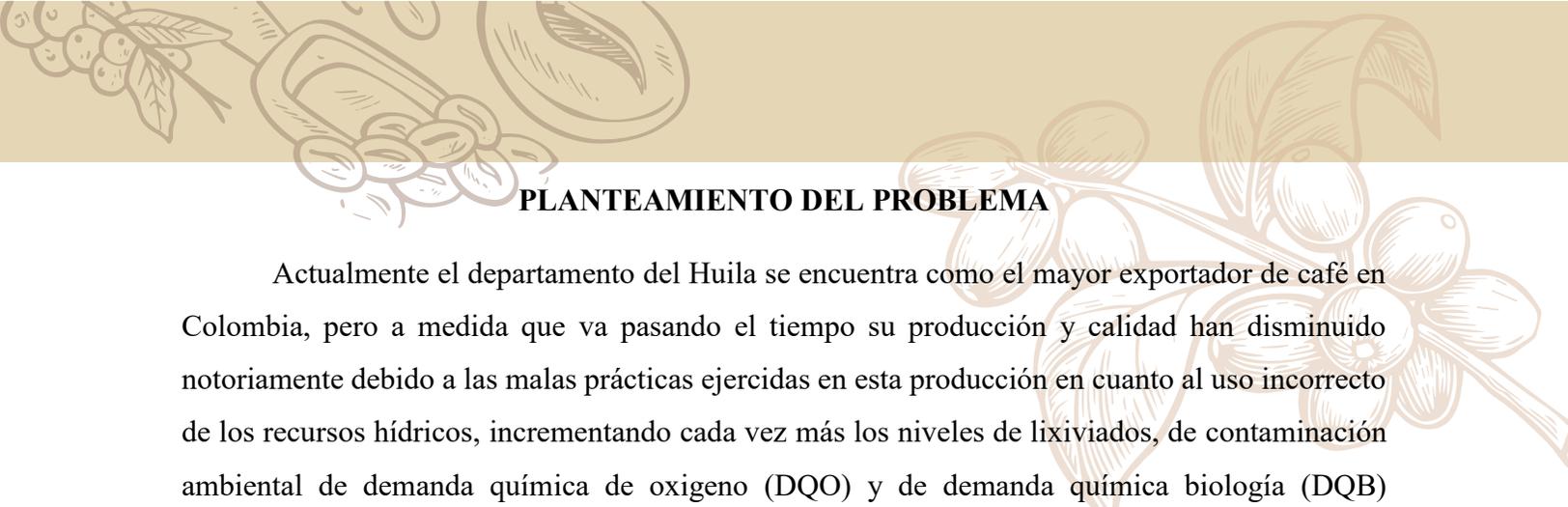
INTRODUCCIÓN

La producción cafetera en Colombia, conforma uno de los sistemas de exportación más sólidos del país, siendo uno de los tres productos más importantes y con mayor visibilidad en el mundo. El café reúne diversas características, que lo convierte en un cultivo con gran impacto desde el factor económico y social. En el comercio internacional, durante muchos años el café fue el segundo producto básico más transado en el comercio mundial después del petróleo, convirtiéndose en la fuente de ingresos de exportación en más de 30 países del mundo. “Al ser los países exportadores de café de África, Asia, Oceanía y del continente americano, países clasificados como de menos desarrollo (...), los ingresos generados por este producto han sido considerados tradicionalmente como una fuente de estabilidad económica y social (...)” (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2010)

A pesar de la importancia que tiene el café y este sistema de producción para Colombia, los recursos, condiciones y maquinarias empleadas para llevarlo a cabo, no han tenido un desarrollo técnico y científico equiparable con su progreso y trascendencia para la economía. Al contrario, muchos procesos son precarios, dependen de la mano humana, o de estrategias rudimentarias para varios procesos, entre ellos, el despulpado. En estos procedimientos, se causan sobrecostos y se impacta tremendamente el medio ambiente, contaminando el agua y gastando recursos naturales que podrían preservarse.

En un país que históricamente ha sido sostenido por esquemas agrícolas, y que han basado el desarrollo económico en su fuerza de producción, se hace muy pertinente re evaluar la forma en la que el campo y sus procesos se llevan a cabo; Con los años, las economías campesinas han ido perdiendo fuerza y apoyo, y han trasladado el impulso económico del país poco a poco hacia las ciudades, descuidando política, cultural y productivamente el sector agroindustrial.

Finalmente, el medio ambiente y los recursos hídricos colombianos, así como en todo el mundo, se están volviendo un tema de agendamiento político debido a la gravedad del impacto ecológico que tienen la mayoría de procesos humanos sobre esta. La contaminación del agua, la escasez de agua potable en varias regiones del mundo y de Colombia, y la falta de políticas efectivas y optimización de procesos, ponen en primer lugar a proyectos que, como éste, procuren preservar los recursos sin afectar la economía ni el sector productivo.



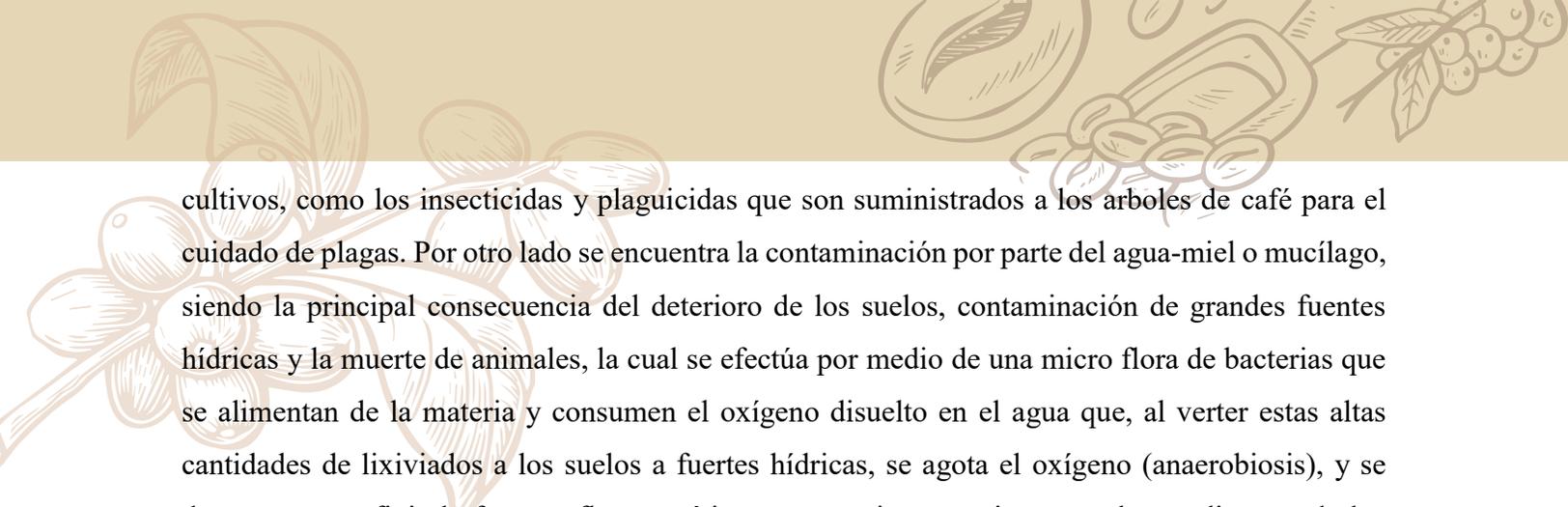
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente el departamento del Huila se encuentra como el mayor exportador de café en Colombia, pero a medida que va pasando el tiempo su producción y calidad han disminuido notoriamente debido a las malas prácticas ejercidas en esta producción en cuanto al uso incorrecto de los recursos hídricos, incrementando cada vez más los niveles de lixiviados, de contaminación ambiental de demanda química de oxígeno (DQO) y de demanda química biológica (DQB) (Zambrano-franco & Isaza, 1998). En otras palabras, tras este proceso, al unirse el mucilago (baba que desprende la pulpa del café), con el agua, se origina un compuesto lodoso denominado lixiviado que, al ser vertido a fuentes hídricas, absorbe grandes cantidades de oxígeno, afectando las condiciones naturales y vitales de los peces y otros seres vivos marinos.

Dicho fenómeno aumenta la carga de sólidos totales, elevando la temperatura del agua, generación de olores, pérdida de la calidad visual y consumo del oxígeno. Se trata de una contaminación severa de agua que se da en las épocas de cosecha y que imposibilita el aprovechamiento de los suelos, afectando la fauna acuática limitando los usos recreativos. El beneficio húmedo de café genera tres diferentes contaminantes, aguas de despulpe, aguas de lavado y cuando la pulpa es vertida a los ríos. Durante el beneficio húmedo, en la generación de aguas de lavado y despulpado, una contaminación equivalente por un kilogramo de café es provocada por 5.6 personas adultas durante un día. Esto, es uno de los principales problemas ambientales en el país; así, durante el procesamiento del café (cien días por año aproximadamente), los lixiviados, son responsables del 60 % de la contaminación de los ríos. Según Pabón, Sanz y Oliveros (2008, 2009), el beneficio húmedo del café (lixiviados), contamina más que toda la población de América Central durante un año.

Tras un análisis del sistema productivo se logró identificar el uso de altos niveles de agua, y la cantidad de residuos sólidos, los cuales son depositados a las corrientes de agua, lo que genera un aumento considerable de la demanda bioquímica de oxígeno (DQO) superiores de 2.000 partes por millón (ppm).

Existen 4 procesos en los cuales se hace presente el uso del agua y como consecuencia su alta contaminación desde diferentes aspectos, por ejemplo, en la separación de calidad por decantación, ya que el café es almacenado en unos contenedores con agua durante 24 horas, de tal manera que durante ese lapso se logra desprender del grano los controles químicos aplicados a los



cultivos, como los insecticidas y plaguicidas que son suministrados a los árboles de café para el cuidado de plagas. Por otro lado se encuentra la contaminación por parte del agua-miel o mucílago, siendo la principal consecuencia del deterioro de los suelos, contaminación de grandes fuentes hídricas y la muerte de animales, la cual se efectúa por medio de una micro flora de bacterias que se alimentan de la materia y consumen el oxígeno disuelto en el agua que, al verter estas altas cantidades de lixiviados a los suelos a fuertes hídricas, se agota el oxígeno (anaerobiosis), y se destruye por asfixia la fauna y flora acuática: peces, microorganismos y plantas diversas de los ríos.

Todo este residuo generado por la alta producción de café se ha convertido en un gran problema, no solamente para el trabajador, sino para todo el ecosistema. Estos lixiviados son vertidos al suelo sin tener en cuenta, que, en ese volumen se impacta negativamente la vida vegetal, animal y la humana, poniéndolas incluso, en riesgo. Todo este panorama pone sobre la mesa la necesidad de dar una solución eficaz y económicamente viable para preservar, por un lado la vida y los recursos, y por otro este importante sistema agrícola.

CONTEXTO REAL DE APLICACIÓN

La investigación se realizó en Santa María, un municipio de Colombia ubicado en el noroccidente del departamento del Huila. Limitado por el norte con Neiva, por el sur Teruel; por el este con Palermo y por el oeste con Planadas (Tolima).

El municipio cuenta con una población de 11.032 habitantes aproximadamente, distribuidos en un territorio de 313,74 kilómetros cuadrados (distribuidos en 45,6 km² urbanos y 268 km² rurales). Una altitud de 1320 metros sobre el nivel del mar. Es un departamento con una temperatura promedio de 20°C, perfecta para la producción de café realizada dentro de sus casi 3.000 predios rurales.



Figura 1: Mapa de Santa María, Huila

El territorio fue históricamente habitado por Pijaos y Paeces quienes desarrollaron sus principales actividades en este y otros territorios aledaños, aprovechando su riqueza natural y la versatilidad que el terreno montañoso ofrecía para la caza y la extracción de minerales y suministros.

La región montañosa le da al departamento y a sectores como el de Santa María una vegetación espesa y fertilidad en tierras para el trabajo y sembrado de distintos productos. En este

aspecto cabe señalar que por la región hace casi un siglo se proliferaron cultivos ilegales de anís y de tabaco.

Estas posibilidades agrícolas permitieron que en el sector se concentraran grupos urbanos pequeños en torno al producto agrícola.

El sector cafetero sin embargo, data de tiempo atrás a la fundación de Santa María, siendo la región óptima por sus condiciones para el sembrado de café, convirtiéndose en una potencia nacional en producción de café de la más alta calidad. (Alcaldía municipal de Santa María, 2012)



Figura 2: Foto aérea de Santa María, Huila. Quintero, M. http://co.geoview.info/santa_maria_huila.9623790p

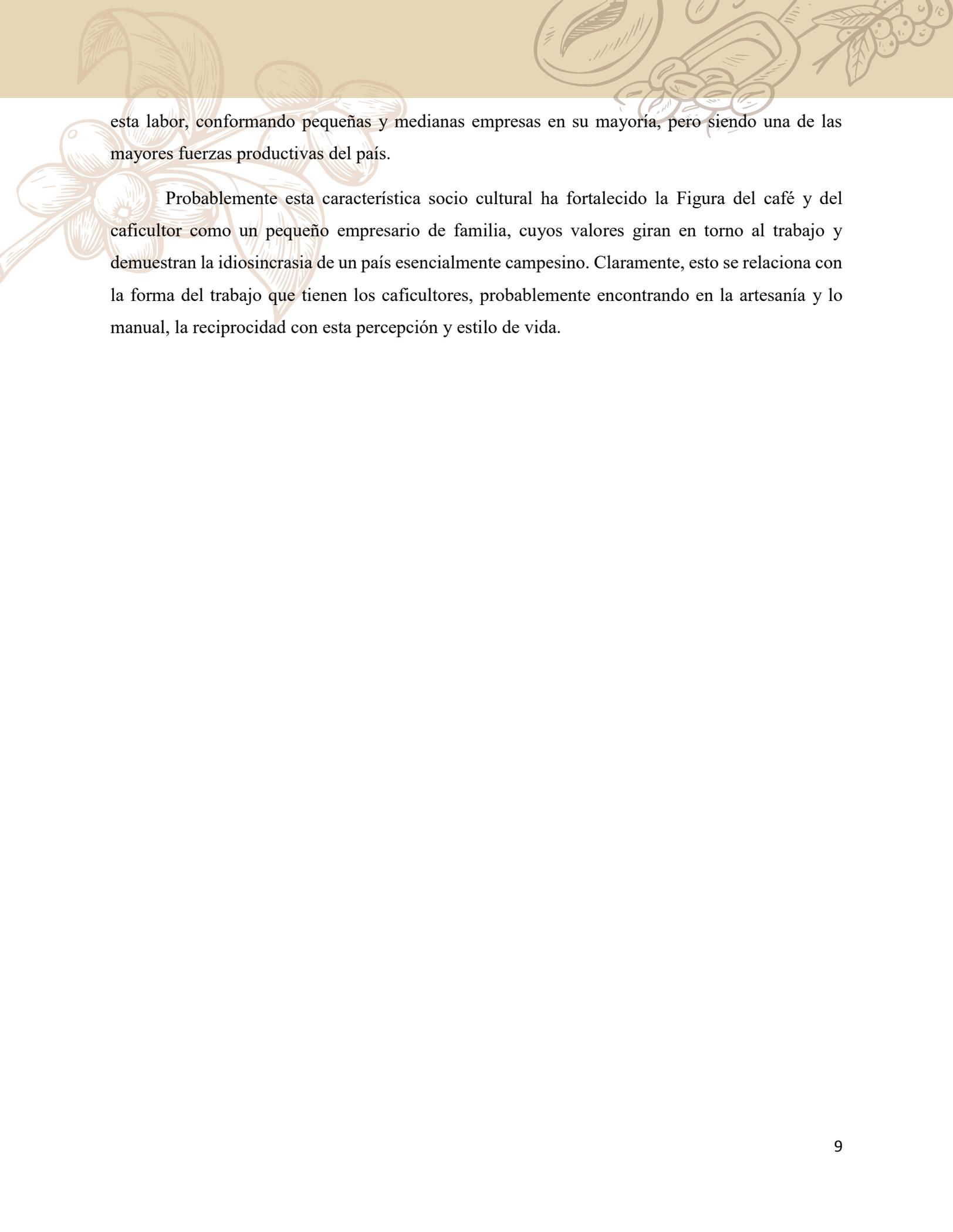
PERFIL DEL USUARIO

El trabajador del café conforma una de las familias y culturas agrícolas más sólidas y representativas del sistema agrario en Colombia. El país cuenta con cerca de 563.000 familias cafeteras de punta a punta del país por todos los llamados valles interandinos. Dada la magnitud poblacional y económica, los caficultores se agrupan y cobijan bajo distintos comités cafeteros departamentales y bajo instituciones más grandes como la Federación nacional de cafeteros de Colombia.



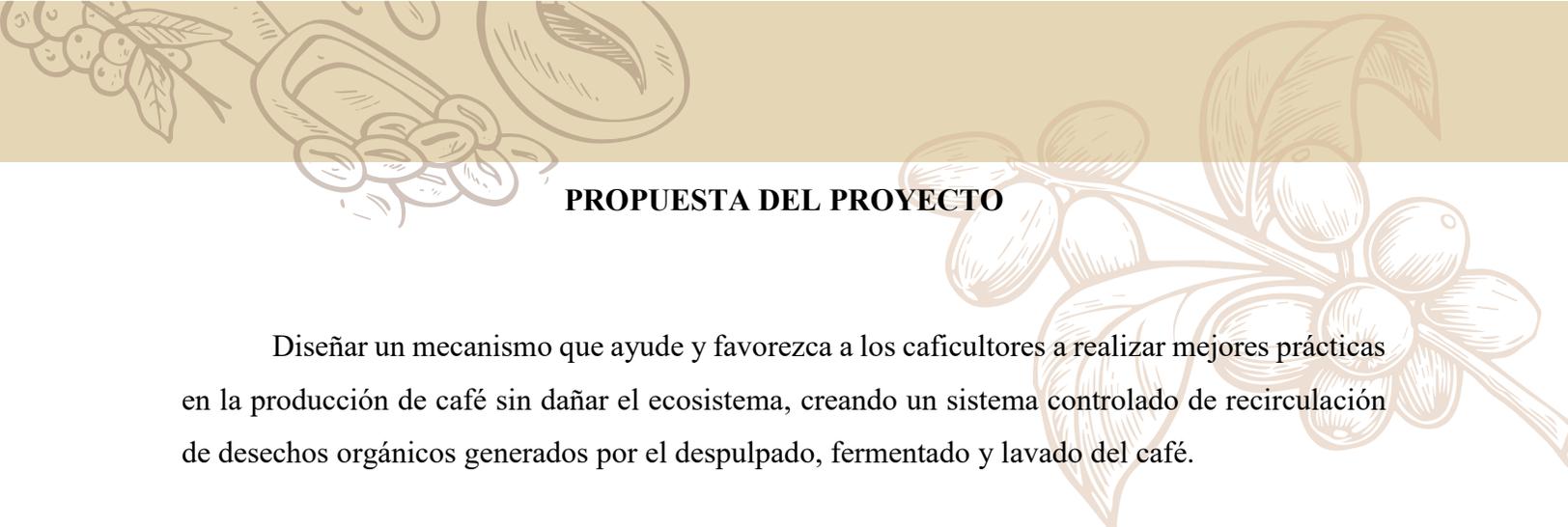
Figura 3: Caficultores tradiciones colombianos. Cortesía Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Tomado de http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/la_tierra_del_cafe/la_gente_del_cafe/

El grueso de los productores del café, poseen aproximadamente dos hectáreas de terreno para llevar a cabo su labor, y según cifras manejadas por expertos y condensadas por portales de información como [cafedecolombia.com](http://www.cafedecolombia.com), apenas el 5% de los cafeteros posee más de dos hectáreas de tierra para la producción. Por lo anterior es posible afirmar que el negocio del café está en manos de una alta densidad poblacional campesina, que cuenta con sus propios recursos para llevar a cabo

The background features a light beige color with faint, stylized line drawings of coffee-related items. On the left, there are coffee cherries on a branch. On the right, there are coffee beans, some whole and some cracked open, along with a small coffee cup and saucer. The drawings are simple and artistic, blending into the background.

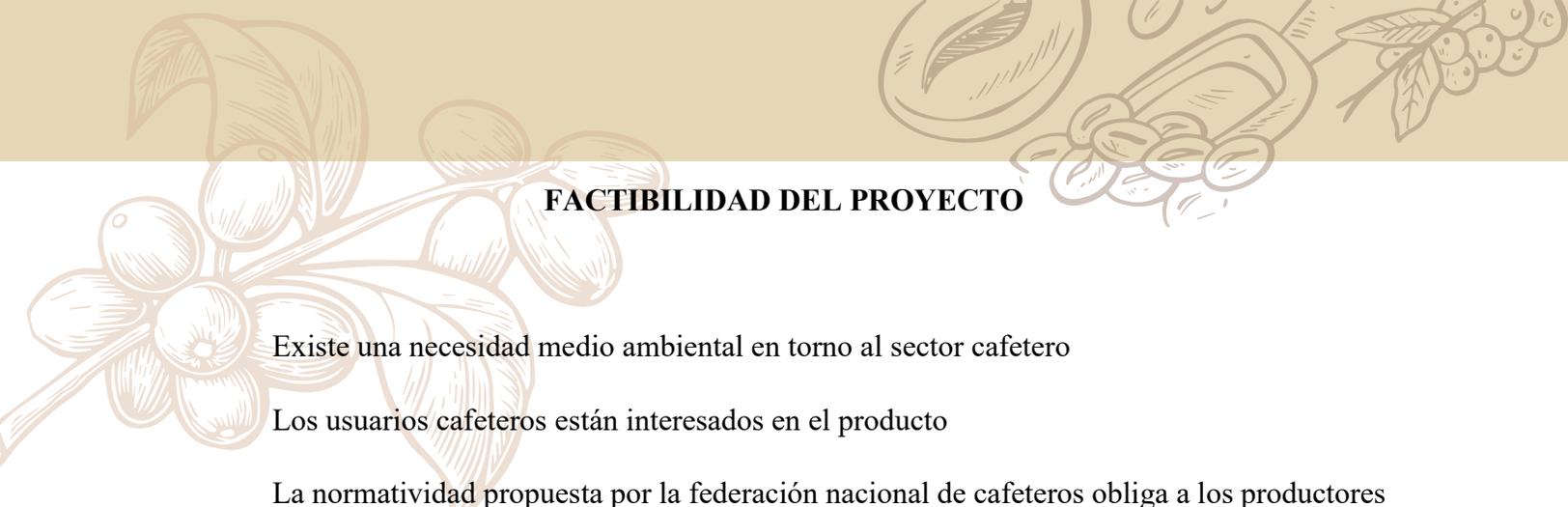
esta labor, conformando pequeñas y medianas empresas en su mayoría, pero siendo una de las mayores fuerzas productivas del país.

Probablemente esta característica socio cultural ha fortalecido la Figura del café y del caficultor como un pequeño empresario de familia, cuyos valores giran en torno al trabajo y demuestran la idiosincrasia de un país esencialmente campesino. Claramente, esto se relaciona con la forma del trabajo que tienen los caficultores, probablemente encontrando en la artesanía y lo manual, la reciprocidad con esta percepción y estilo de vida.

The header features a light beige background with faint, stylized line drawings of coffee plants, including branches with leaves and clusters of coffee cherries. The text is centered in a bold, black, sans-serif font.

PROPUESTA DEL PROYECTO

Diseñar un mecanismo que ayude y favorezca a los caficultores a realizar mejores prácticas en la producción de café sin dañar el ecosistema, creando un sistema controlado de recirculación de desechos orgánicos generados por el despulpado, fermentado y lavado del café.



FACTIBILIDAD DEL PROYECTO

Existe una necesidad medio ambiental en torno al sector cafetero

Los usuarios cafeteros están interesados en el producto

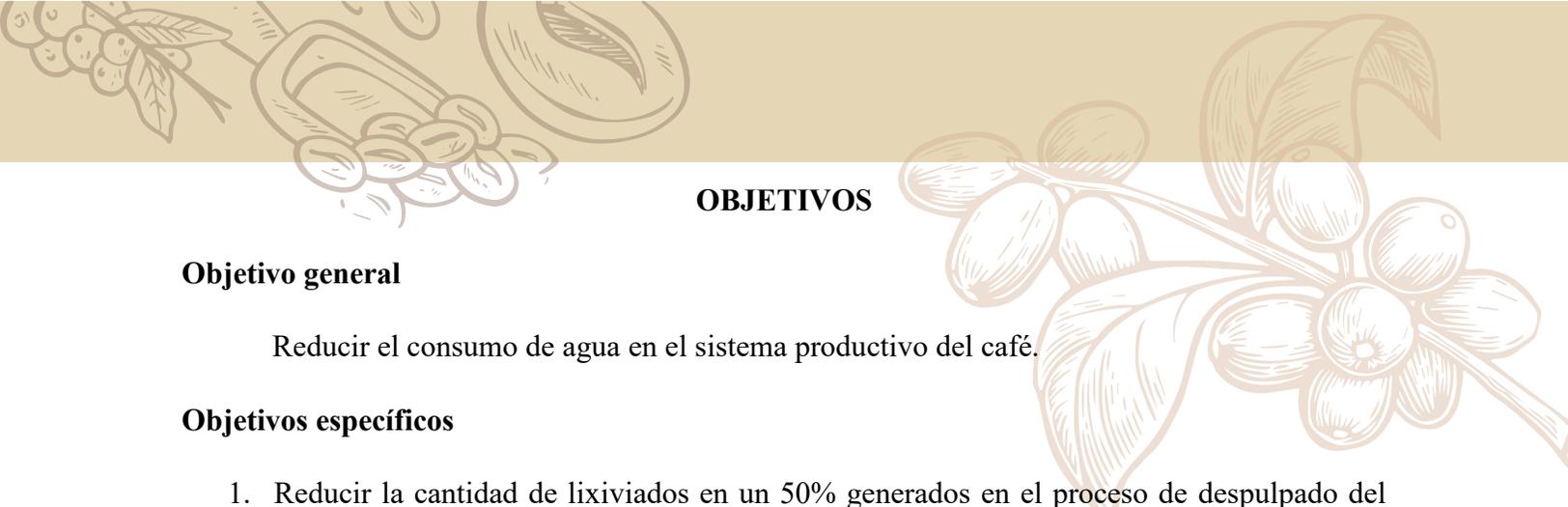
La normatividad propuesta por la federación nacional de cafeteros obliga a los productores cafeteros a cumplir con estándares y leyes de protección medio ambiental.

El producto final es asequible para el perfil del usuario, además permite ahorrar tiempo y espacio.

Los proyectos que buscan preservar el medio ambiente están apoyados por diferentes sectores industriales e investigativos, lo que facilitaría la consecución de recursos y formas de difusión.

Los caficultores no tendrían que cambiar su sistema de producción, y a cambio si mejorarían las condiciones del proceso para ellos y para el medio ambiente.

El sector agroindustrial está encaminado en la actualidad a la tecnificación y optimización de recursos y procesos.



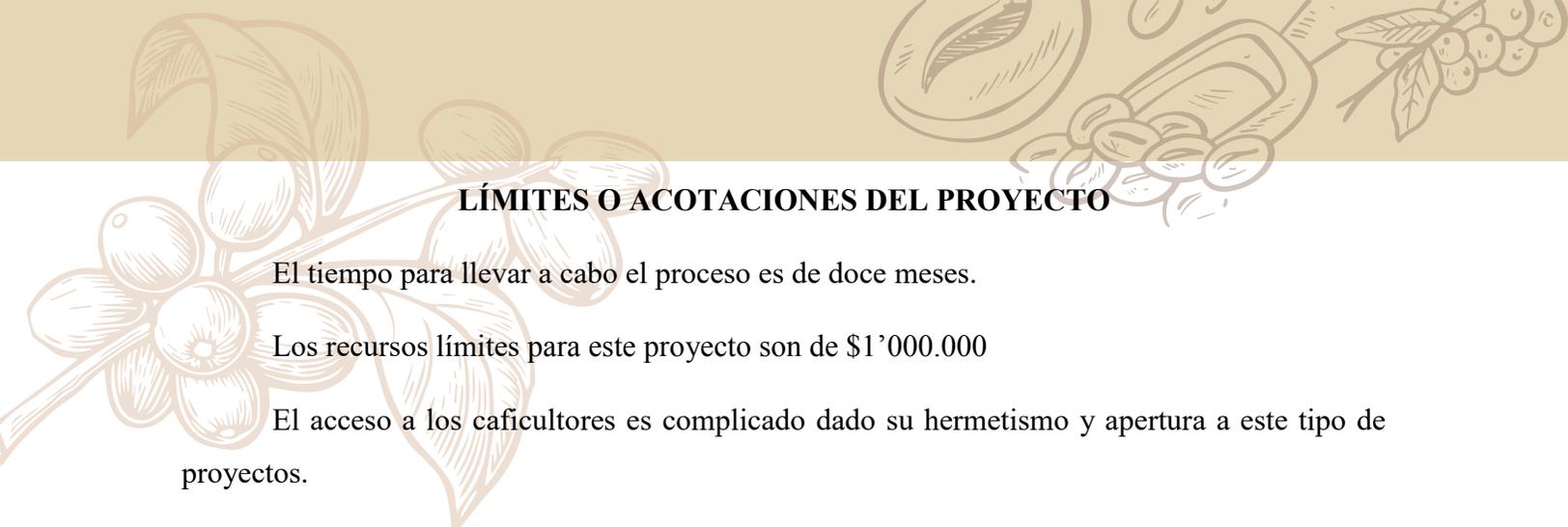
OBJETIVOS

Objetivo general

Reducir el consumo de agua en el sistema productivo del café.

Objetivos específicos

1. Reducir la cantidad de lixiviados en un 50% generados en el proceso de despulpado del café
2. Disminuir el tiempo de producción del café en 50%
3. Optimizar el proceso y empleo de maquinaria en el proceso de producción del café



LÍMITES O ACOTACIONES DEL PROYECTO

El tiempo para llevar a cabo el proceso es de doce meses.

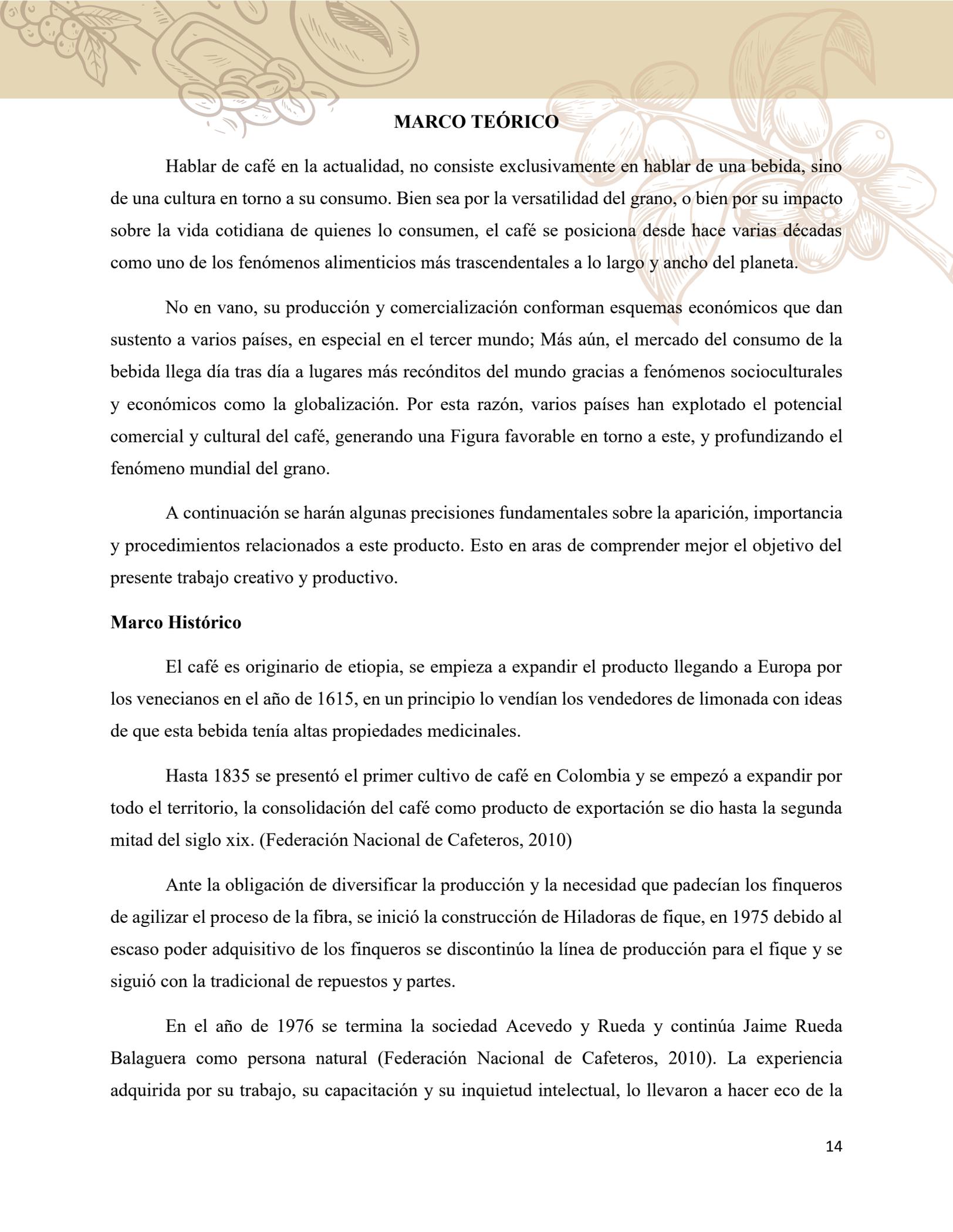
Los recursos límites para este proyecto son de \$1'000.000

El acceso a los caficultores es complicado dado su hermetismo y apertura a este tipo de proyectos.

El acceso a la información técnica y económica de parte de la Federación Nacional de Cafeteros es limitado y no está disponible a todo el público.

Los caficultores cuentan con prácticas rudimentarias lo que dificulta la observación y registro de datos y verificación de procesos.

Las cosechas de café solo se dan dos veces al año, por lo que conseguir el grano de café para hacer cálculos y prototipos es complicado.



MARCO TEÓRICO

Hablar de café en la actualidad, no consiste exclusivamente en hablar de una bebida, sino de una cultura en torno a su consumo. Bien sea por la versatilidad del grano, o bien por su impacto sobre la vida cotidiana de quienes lo consumen, el café se posiciona desde hace varias décadas como uno de los fenómenos alimenticios más trascendentales a lo largo y ancho del planeta.

No en vano, su producción y comercialización conforman esquemas económicos que dan sustento a varios países, en especial en el tercer mundo; Más aún, el mercado del consumo de la bebida llega día tras día a lugares más recónditos del mundo gracias a fenómenos socioculturales y económicos como la globalización. Por esta razón, varios países han explotado el potencial comercial y cultural del café, generando una Figura favorable en torno a este, y profundizando el fenómeno mundial del grano.

A continuación se harán algunas precisiones fundamentales sobre la aparición, importancia y procedimientos relacionados a este producto. Esto en aras de comprender mejor el objetivo del presente trabajo creativo y productivo.

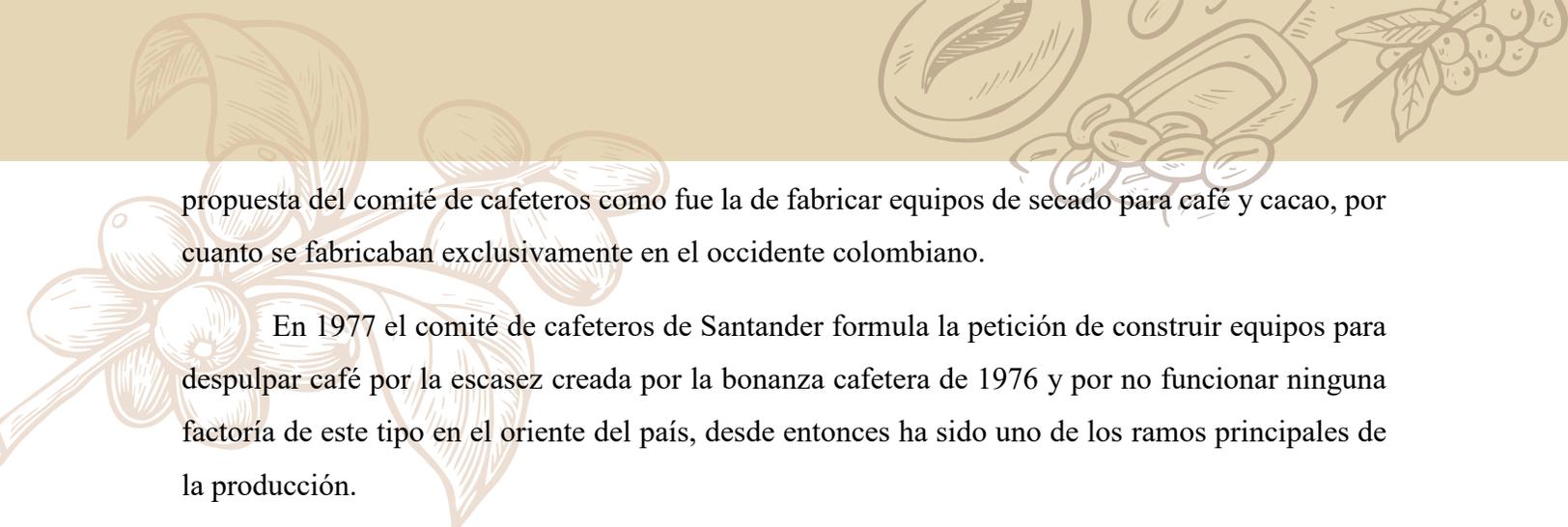
Marco Histórico

El café es originario de Etiopía, se empieza a expandir el producto llegando a Europa por los venecianos en el año de 1615, en un principio lo vendían los vendedores de limonada con ideas de que esta bebida tenía altas propiedades medicinales.

Hasta 1835 se presentó el primer cultivo de café en Colombia y se empezó a expandir por todo el territorio, la consolidación del café como producto de exportación se dio hasta la segunda mitad del siglo XIX. (Federación Nacional de Cafeteros, 2010)

Ante la obligación de diversificar la producción y la necesidad que padecían los finqueros de agilizar el proceso de la fibra, se inició la construcción de hiladoras de fique, en 1975 debido al escaso poder adquisitivo de los finqueros se discontinuó la línea de producción para el fique y se siguió con la tradicional de repuestos y partes.

En el año de 1976 se termina la sociedad Acevedo y Rueda y continúa Jaime Rueda Balaguera como persona natural (Federación Nacional de Cafeteros, 2010). La experiencia adquirida por su trabajo, su capacitación y su inquietud intelectual, lo llevaron a hacer eco de la



propuesta del comité de cafeteros como fue la de fabricar equipos de secado para café y cacao, por cuanto se fabricaban exclusivamente en el occidente colombiano.

En 1977 el comité de cafeteros de Santander formula la petición de construir equipos para despulpar café por la escasez creada por la bonanza cafetera de 1976 y por no funcionar ninguna factoría de este tipo en el oriente del país, desde entonces ha sido uno de los ramos principales de la producción.

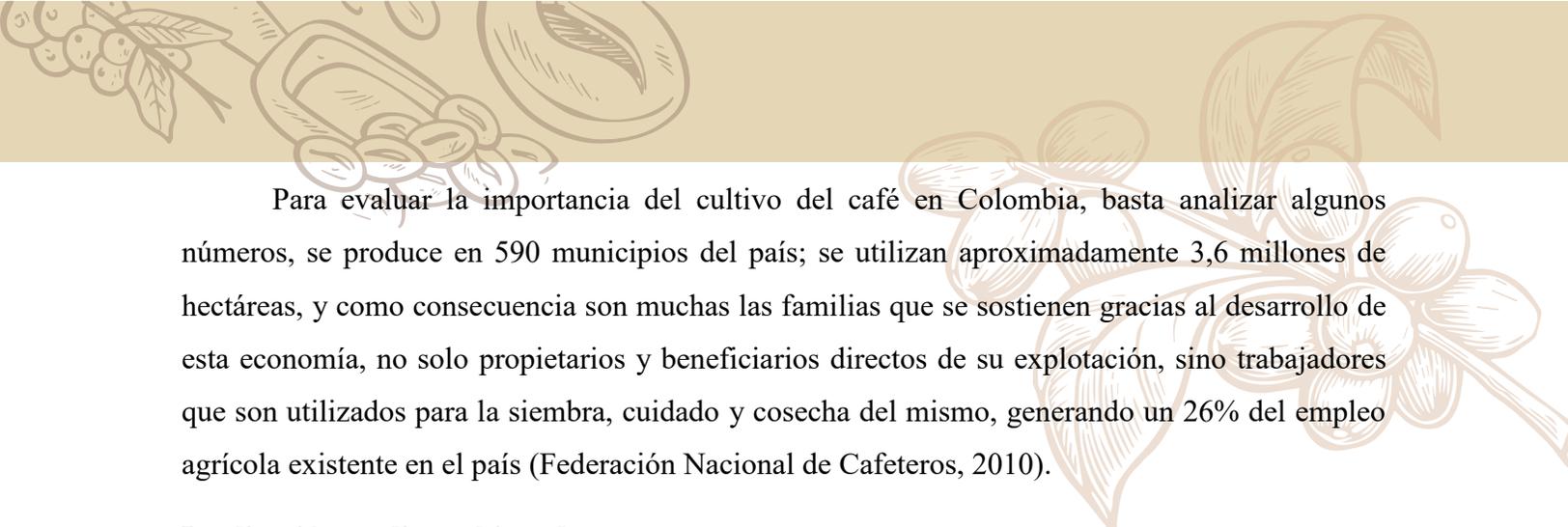
La actividad de la organización se ha desarrollado básicamente, a través de la metalistería y metalmecánica, ocupando un destacado puesto a nivel departamental y nacional e internacional (Venezuela, Perú, Ecuador y Guatemala), por los equipos de excelente calidad y duración producidos para el beneficio del café tales como: módulos Becolsub, despulpadoras, secadoras de grano, clasificadoras, equipos de torrefacción, accesorios y repuestos.

Fimar es la primera empresa fabricante de maquinaria para el café colombiana en obtener el sello de calidad dado por la norma NTC ISO 9001:2015 (Federación Nacional de Cafeteros, 2010). La organización ha establecido un sistema de gestión de la calidad con el fin de garantizar su permanencia y crecimiento en el mercado nacional e internacional, creando ventajas competitivas con base en el mejoramiento continuo de sus productos y procesos buscando siempre la satisfacción plena de los clientes.

Contexto económico del café

No es posible exagerar la importancia del café en la economía mundial. El café es uno de los productos primarios más valiosos, segundo en valor durante muchos años, únicamente equiparable al petróleo como fuente de divisas para los países en desarrollo. El cultivo, procesamiento, comercio, transporte y comercialización del café proporciona empleo a millones de personas en todo el mundo.

El café tiene una importancia crucial para la economía y la política de muchos países en desarrollo. Para muchos de los países menos adelantados del mundo, las exportaciones de café representan una parte sustancial de sus ingresos en divisas, en algunos casos más del 80%. El café es un producto básico que se comercia en los principales mercados de materias primas y de futuros, en especial en Londres y en Nueva York.



Para evaluar la importancia del cultivo del café en Colombia, basta analizar algunos números, se produce en 590 municipios del país; se utilizan aproximadamente 3,6 millones de hectáreas, y como consecuencia son muchas las familias que se sostienen gracias al desarrollo de esta economía, no solo propietarios y beneficiarios directos de su explotación, sino trabajadores que son utilizados para la siembra, cuidado y cosecha del mismo, generando un 26% del empleo agrícola existente en el país (Federación Nacional de Cafeteros, 2010).

Implicación medio-ambiental

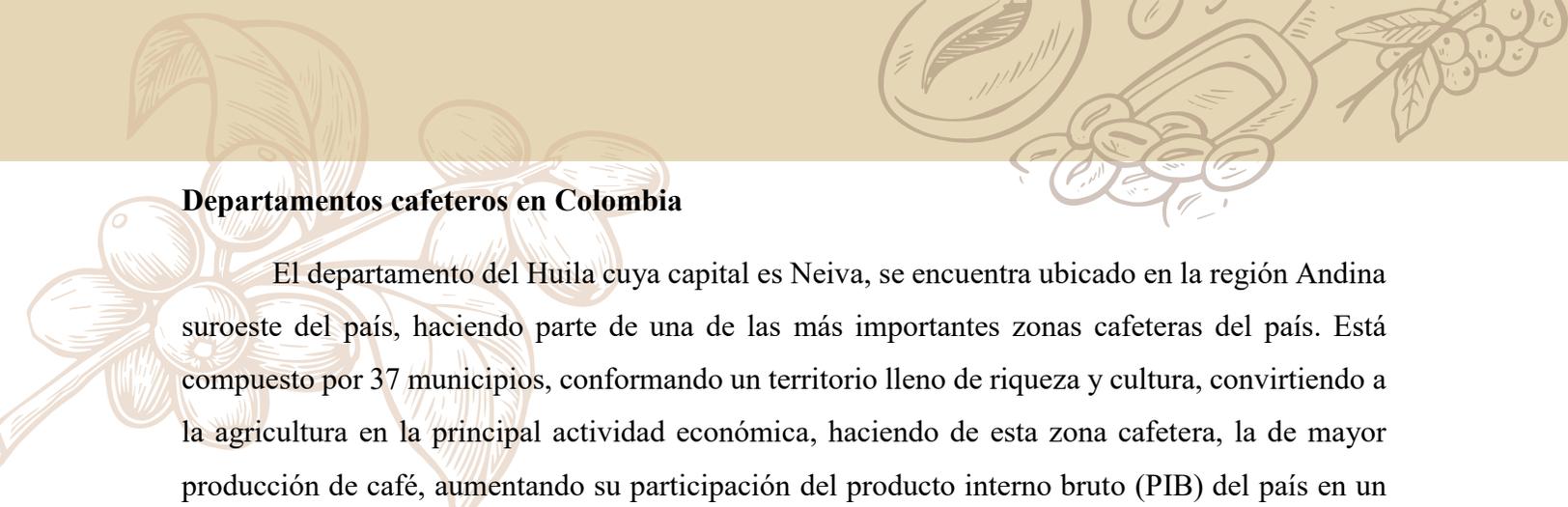
El sistema productivo del café está constituido por nueve fases, en donde la contaminación por el mucílago se centra específicamente a la hora del despulpado, en la fermentación y en el lavado, sobrepasando los 12.500 Litros de agua para una producción de 500 Kg de café pergamino seco (CPS), la cual es arrojada a los suelos y ríos ocasionando el 60% de la contaminación total de los ríos, dejando a un lado las consecuencias que conllevaría verter estas altas cantidades de agua contaminada alcanzando un PH de 4.7.

La producción del café en Colombia

La producción de café cultivado en Colombia necesita unas condiciones climáticas en particular para su correcta producción. Además de ser un producto de la zona tropical, su cultivo necesita tratamiento especial en los suelos, requiriendo una altitud entre los 1.200 y 1.800 metros de altura sobre el nivel del mar, con una temperatura entre los 17 y 23 grados centígrados.

La ubicación geográfica de cada una de las regiones cafeteras en Colombia determina unas condiciones en particular en cuanto a la disponibilidad de agua, temperatura, régimen de vientos para el cultivo de grano y radiación solar. Existen cafeteras centrales del país en las cuales presentan periodos de sequía o lluvias intercalados a lo largo de diferentes meses, lo que permite cosechar café de buena calidad durante algunas temporadas del año, con un periodo de floración que va de enero a marzo o de julio a septiembre.

En Colombia las plantaciones se desarrollan bajo diferentes sistemas de cultivos que envuelven plantaciones tradicionales, de baja productividad, y los tecnificados expuestos al sol, a la sombra y a la parcial denominada semi-sombra. Todas estas prácticas ejercidas se elaboran específicamente en el departamento del Huila, Antioquia y Nariño, siendo los mayores exportadores de Colombia.



Departamentos cafeteros en Colombia

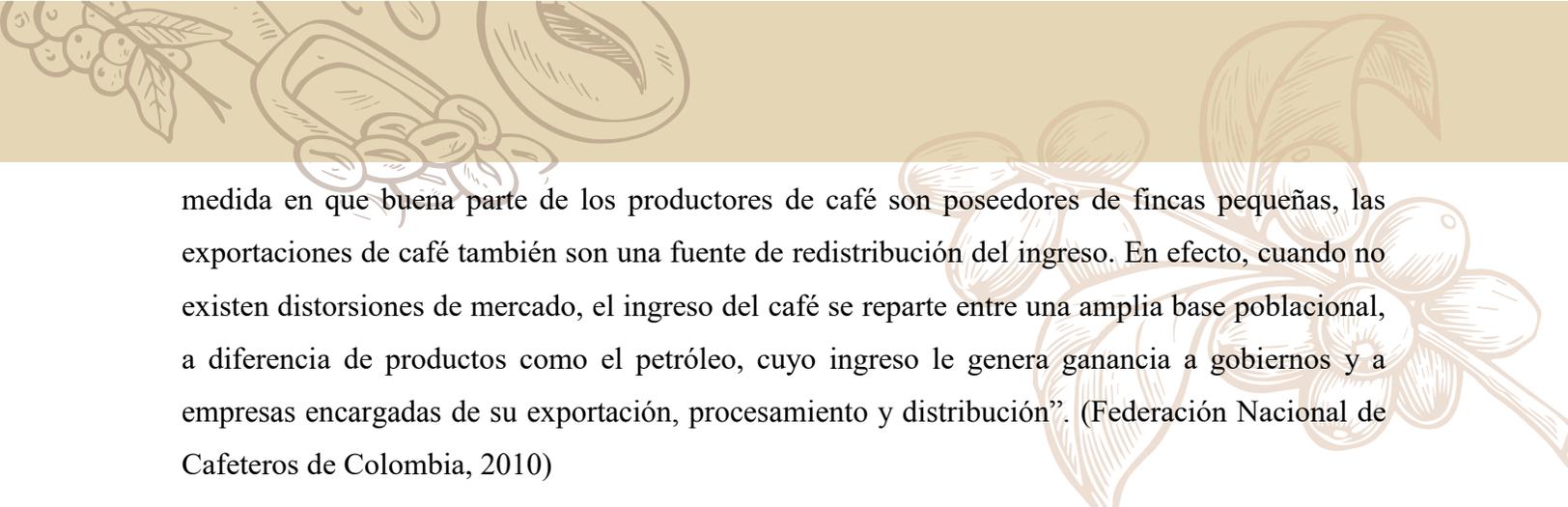
El departamento del Huila cuya capital es Neiva, se encuentra ubicado en la región Andina suroeste del país, haciendo parte de una de las más importantes zonas cafeteras del país. Está compuesto por 37 municipios, conformando un territorio lleno de riqueza y cultura, convirtiendo a la agricultura en la principal actividad económica, haciendo de esta zona cafetera, la de mayor producción de café, aumentando su participación del producto interno bruto (PIB) del país en un 10.7% a un 13,5% a nivel nacional.

Posteriormente se encuentra el departamento de Antioquia, siendo el segundo productor de café del país, el cual se ha posicionado durante años como un referente nacional e internacional como el productor de café de mayor calidad. La razón por la que este departamento ha logrado ser testigo por su trabajo es debido a su vegetación, clima suave de las laderas de las montañas en donde se cultiva y por su clima único, llamando la atención de las personas por su sabor intenso, fino y fresco.

Además de esto, hace parte esencial de una de las culturas más emblemáticas y solidas de Colombia, como por ejemplo lo que es la Figura representativa Juan Valdez, creado en 1959, el cual representa al país y a los más de medio millón de cafeteros que se dedican a esta labor.

Y para terminar con el departamento de Nariño, ubicado en el suroeste del país. Consta con una geografía diversa con una variación de climas dependiendo de la altitud, desde el frío de la parte más montañosa, hasta el calor de la planicie del pacífico, haciendo de este territorio una zona perfecta para la producción de un café de excelente calidad, cuyo sabor tostado e intenso hace de este uno de los mejores productos de Colombia.

El café reúne diversas características, que lo convierte en un cultivo con gran impacto desde el factor económico y social. En el comercio internacional, durante muchos años el café el segundo producto básico más transado en el comercio internacional después del petróleo, convirtiéndose en la fuente de ingresos de exportación en más de 30 países del mundo. “Al ser los países exportadores de café de África, Asia, Oceanía y del continente americano, países clasificados como de menos desarrollo o en vía de desarrollo, los ingresos generados por este producto han sido considerados tradicionalmente como una fuente de estabilidad económica y social por más de 25 millones de familias campesinas de las zonas tropicales y subtropicales del mundo. Adicionalmente, y en la



medida en que buena parte de los productores de café son poseedores de fincas pequeñas, las exportaciones de café también son una fuente de redistribución del ingreso. En efecto, cuando no existen distorsiones de mercado, el ingreso del café se reparte entre una amplia base poblacional, a diferencia de productos como el petróleo, cuyo ingreso le genera ganancia a gobiernos y a empresas encargadas de su exportación, procesamiento y distribución”. (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2010)

Actualmente los pequeños productores de café no cuentan con el conocimiento ni la experiencia sobre el manejo de los precios internacionales, de esta manera se ven enfrentados a enfrentarse con un comercio con mayor liquidez, ofreciéndoles un valor demasiado bajo por su producto, haciendo de los exportadores o procesadores generen mayores márgenes a expensas del precio pagado al productor.

Por esta razón diversas ONGs, organizaciones de cooperación internacional y bancos multilaterales, han buscado la manera de generar nuevas figuras de comercio que establezcan precios transparentes para los pequeños productores de café.

Por otro lado, en Colombia existen más de 563.000 familias productoras de café. Detrás de esta producción, se ha logrado apalancar significativos recursos de inversión social y ambiental bajo los programas de sostenibilidad en acción, corrigiendo los malos negocios realizados por el mercado de compradores masivos hacia pequeños vendedores.

Procesos del café

Despulpado del café

Es la fase mecánica del proceso donde el fruto maduro es sometido a la eliminación de la pulpa (epicarpio). Esta operación se efectúa a través de máquinas despulpadoras que aprovechan la cualidad lubricante del mucílago del fruto, para que por presión se separen los granos y la pulpa. (Velásques, 2019.)



Figura 4: Sistema de despulpa de café

Fermentación

La fermentación implica que los azúcares y los almidones se descomponen y se convierten en ácidos o alcohol. Durante la fermentación natural del café, existen diferentes procesos biológicos en los que las enzimas producidas por la levadura y las bacterias comienzan a descomponer los azúcares del mucílago y así, el azúcar degrada sus lípidos, proteínas y ácidos, y los convierte en alcoholes ácidos. Esto cambia su olor, color, pH y la composición del mucílago. De esta manera se logra desprender el mucílago de la semilla con mayor facilidad por medio del lavado del café, permitiendo así reducir el esfuerzo físico y el uso adicional de agua para la eliminación de esta baba.



Figura 5: Fermentación del café por medio de tanque tina

Remoción del mucilago

Las principales razones por las que se realiza la remoción del mucilago son:

- Facilitar el secamiento del café pergamino, debido a la naturaleza coloidal del mucilago, retiene tenazmente el agua, dificultando y retrasando el secado.
- Evitar el posible deterioro de la calidad del café que puede ocurrir como consecuencia de fermentaciones indeseables. Entre los microorganismos, algunos favorecen y aceleran la degradación del mucilago, mientras que otros contribuyen al apareamiento de defectos, como fermentos o cafés sobre-fermentados.
- Prevenir las post-fermentaciones en el secamiento al sol o por amontonamiento. Al mismo tiempo evitar que los granos recubiertos con partículas de mucilago se adhieran entre sí y ocasionen problemas mecánicos, como suele ocurrir con el fruto que se despulpa incompletamente maduro.

Lavado del café

Una vez finalizado el proceso de fermentación, comienza el lavado del grano, cuyo objetivo es eliminar totalmente el mucilago del grano. De esta forma, al separar rápidamente la pulpa y el mucilago del grano de café, y lavarlo, se evita la aparición posterior de sabores defectuosos.

El proceso de beneficio húmedo constituye un trabajo arduo y artesanal que está íntimamente ligado a la tradición cafetera colombiana, y se constituye en uno de los principales elementos que garantizan la calidad del café. En este proceso se eliminan impurezas y permite una selección y clasificación del café.



Figura 6: Proceso de lavado del café

Secado del café

El secado solar es el más utilizado por los productores colombianos y es considerado como una práctica tradicional. Además de ser económico y ambientalmente amigable, garantiza en un alto porcentaje los estándares de calidad exigidos por la Federación Nacional de Cafeteros. Otra muestra del esfuerzo de los cafeteros por producir un café de alta calidad.

La práctica de secado busca disminuir el agua del grano de café, previamente lavado y escurrido de una forma natural o mecánica. El café debe quedar en un punto comercialmente aceptado, que reúna las características para almacenarlo, venderlo o trillarlo posteriormente.

El mecanismo de secado de café es más complicado que el de cualquier otro grano pues éste, después de lavado contiene alrededor de 55% de humedad, puede ocurrir volatilización de componentes aromáticos, si se emplean altas temperaturas y al mismo tiempo, el efecto negativo que las condiciones de operación pueden causar en el aspecto físico y particularmente en la bebida.



Figura 7: Sistema de secado natural del café

El despulpado y sus maquinarias

Métodos de despulpado

Usualmente, para remover la pulpa de la semilla del café, se realiza una presión sobre la cereza utilizando diferentes métodos y maquinarias:

- Entre una barra despulpadora y un disco rotador (despulpadora de disco)

- Entre una placa y un tambor rotador (despulpadora de tambor)
- A través de grietas en una pantalla (separador de cerezas inmaduras y despulpadora, despulpadora de pantalla)
- Entre un tambor rotador y una envoltura de pantalla estacionaria (despulpadora Raoeng).

Despulpadoras

Despulpadora de disco

Esta despulpadora posee un eje que rota de manera horizontal y está conformado por uno o más discos armados a él, se pueden verter las cerezas en cualquiera de los discos y sus lados ásperos mueven las cerezas y las exprimen, la pulpa y el grano son separados por una placa que direcciona el curso de ellos.

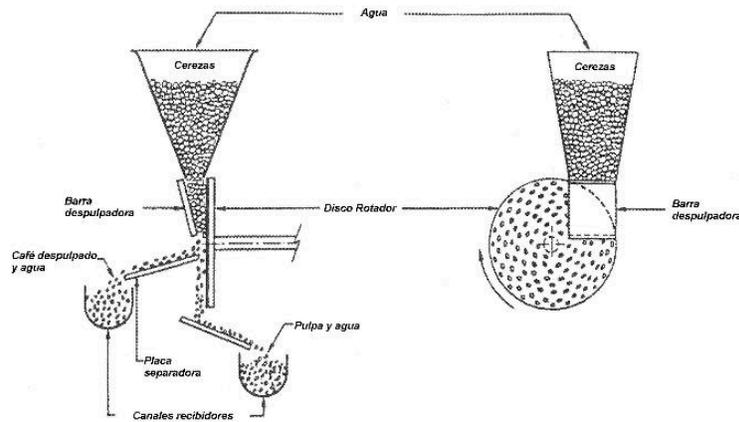


Figura 8. Sistema de despulpado de disco

Despulpadora Roeng

Consiste en un tambor de hierro horizontal dentro de un cilindro fijo, exprime la cereza y la empuja hacia delante con unos dientes metálicos que están dentro del cilindro, Las despulpadoras Raoeng remueven a la pulpa y el mucilago de las cerezas en una sola operación. Sin embargo, tiene ciertas desventajas ya que consume mucha agua y electricidad.

Despulpadora de tambor horizontal

Consiste de un cilindro metálico horizontal, las cerezas se colocan de manera uniforme a la despulpadora a lo largo del cilindro desde arriba, el tambor que rota las direcciona a la placa generándole presión a la cereza hasta que le despulpa.

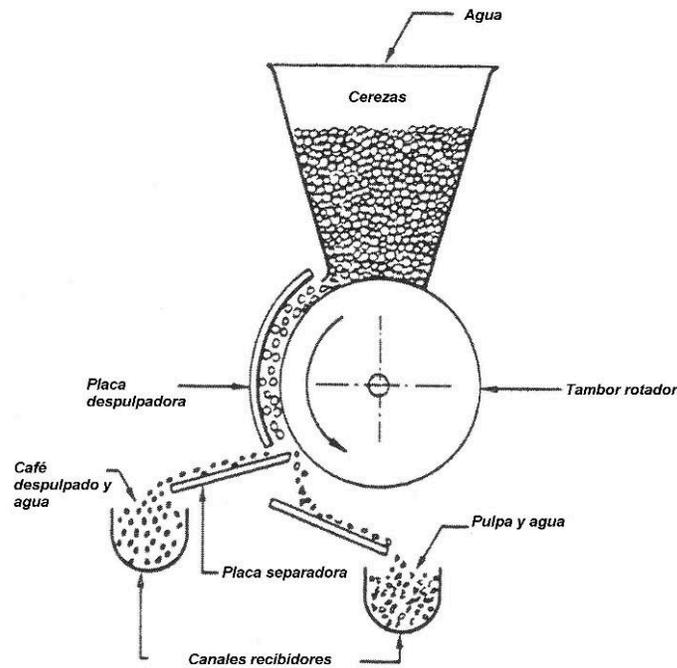


Figura 9: Despulpadora de cilindro horizontal

Despulpadora de tambor Vertical

Esta despulpadora posee un cilindro más angosto y funciona de forma vertical, la pulpa tiene un recorrido hacia abajo ya que tiene canales que se hacen más angostos, y entre más angostos más presión genera en la cereza hasta lograr remover la pulpa del grano, los granos quedan en los canales y la pulpa cae por un espacio que queda entre el tambor y la canal.

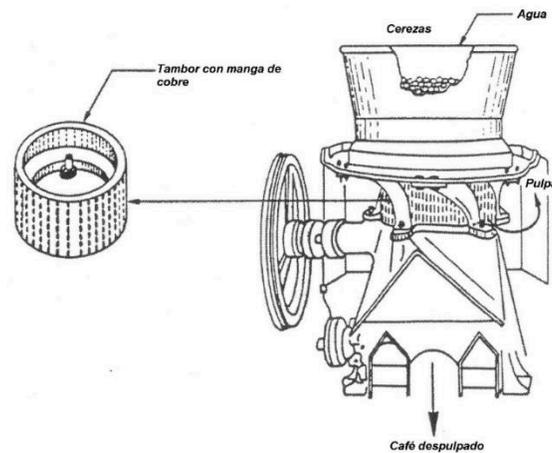


Figura 10: Despulpado de cilindro cónico vertical

Despulpadora de pantalla

Esta despulpadora consta de un cilindro hueco que tiene huecos en ranura con un rotor adentro. La función de este rotor es mover la cereza dentro del cilindro para presionarlas contra las paredes internas, pierden la pulpa al pasar por las grietas del cilindro, las cerezas que están inmaduras no pasan por las grietas.

Transporte de la pulpa a través de un tornillo sin fin

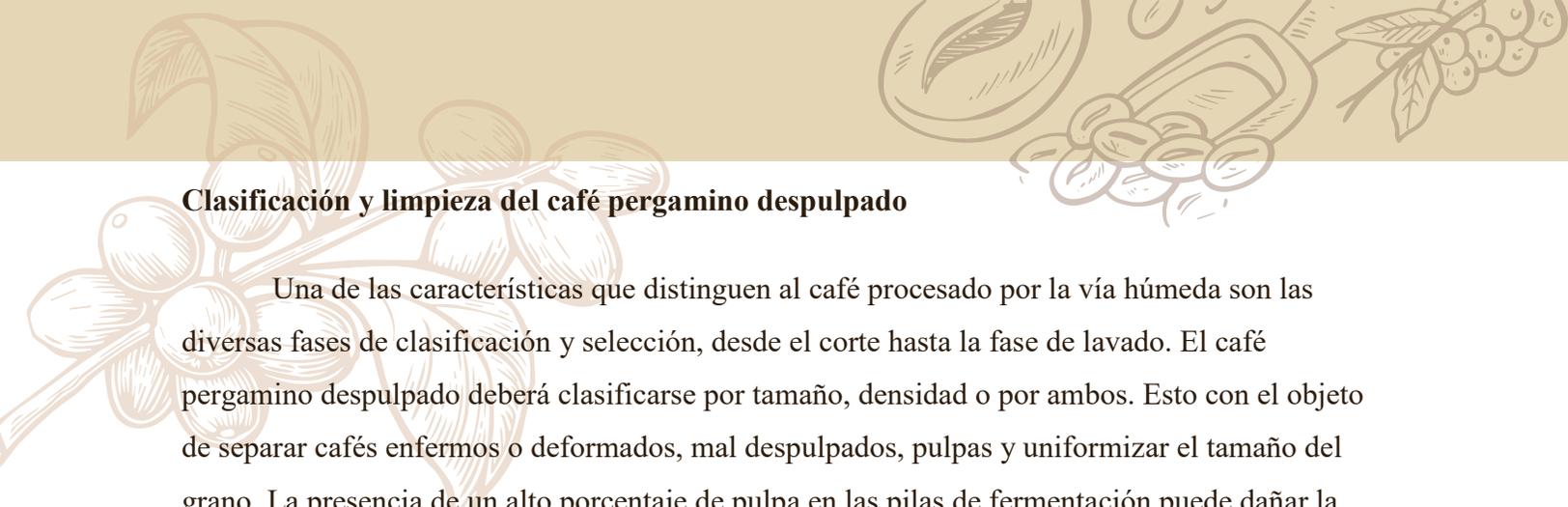
Es un sistema que consiste en un rotor en forma de hélice continua, que al girar apoyado en sus dos extremos dentro de una carcasa en forma de "U", o un tubo, imparte movimiento en axial al material que en ella se deposite.

Se utiliza para transportar la pulpa sola o mezclada con el mucílago proveniente del desmucilagador mecánico. Este mecanismo se caracteriza por la sencillez de su construcción, montaje y mantenimiento, siendo relativamente económico y poco exigente en potencia.

Cuando se utiliza un tornillo "sin fin" para el transporte y mezcla de la pulpa más el mucílago concentrado, se obtiene una retención del fluido en la pulpa mayor al 56%. Cuando la adición es por gravedad, en el mejor de los casos, la retención es del 32%. Esta razón, sumada a la no utilización de agua en el despulpado, hace del tornillo "sin fin" una pieza fundamental en el beneficiado del café por vía húmeda logrando que la reducción de la contaminación sea mayor del 90 %.



Figura 11: Tornillo sin fin de transporte



Clasificación y limpieza del café pergamino despulpado

Una de las características que distinguen al café procesado por la vía húmeda son las diversas fases de clasificación y selección, desde el corte hasta la fase de lavado. El café pergamino despulpado deberá clasificarse por tamaño, densidad o por ambos. Esto con el objeto de separar cafés enfermos o deformados, mal despulpados, pulpas y uniformizar el tamaño del grano. La presencia de un alto porcentaje de pulpa en las pilas de fermentación puede dañar la apariencia física del grano en pergamino, provocando película rojiza. El exceso de pulpa en el café despulpado fácilmente provoca fermentaciones disparejas.

Desmucilagadoras

Las desmucilagadoras, son máquinas empleadas en el proceso de limpieza del mucílago del café que emplean agua para este proceso; permiten reducir significativamente la utilización de agua en el beneficio de café, disminuir el área de construcción de beneficios y posibilita la industrialización del mucílago sin afectar significativamente la calidad física y organoléptica del grano.

A continuación, explicaremos algunas de estas desmucilagadoras empleadas frecuentemente en el proceso cafetero:

Desmucilagadora de cepillo

Consiste en un cilindro totalmente hermético, un eje principal, tornillo "sin fin" transportador, u- el grano al cilindro, siendo distribuido de manera uniforme por un embudo acoplado al eje. El grano era sometido a un efecto de fricción y limpieza, a través del cepillo y la lámina perforada del cilindro, eliminando la miel de manera continua. El cilindro puede inclinarse para variar el tiempo de retención del café dentro del mismo.



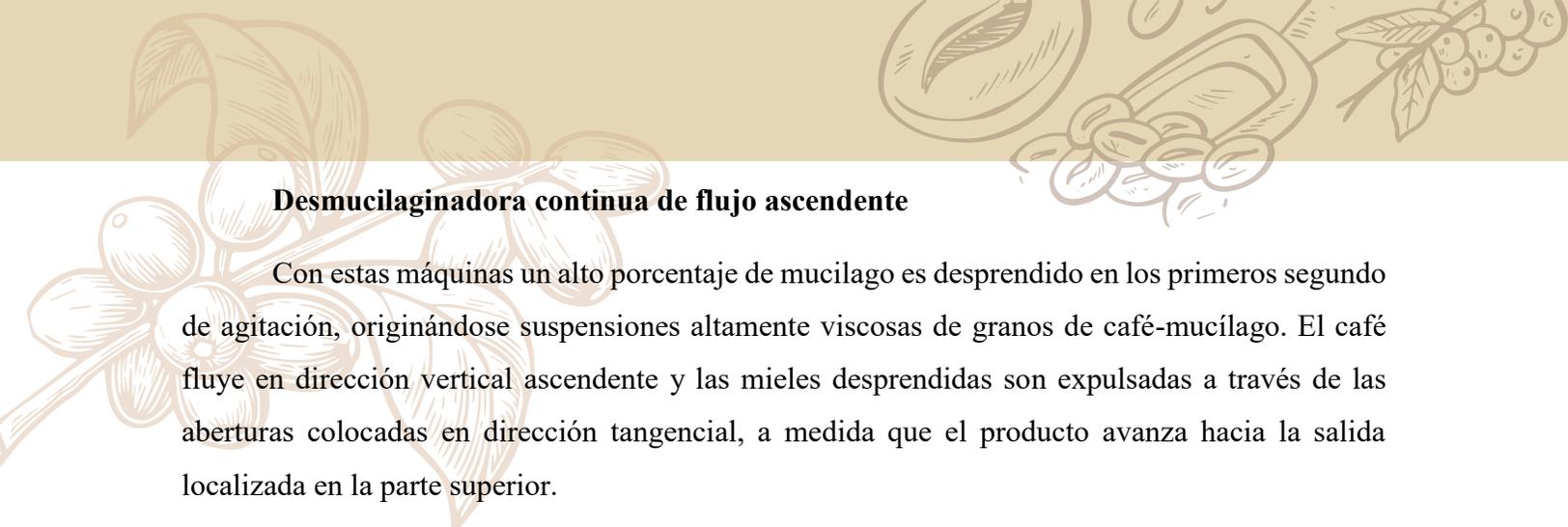
Figura 12: Desmucilaginadora de cepillo

Desmucilaginadora de flujo discontinuo por tandas

Con estas máquinas y la recomendación de casas comerciales que pregonan su uso sola combinada con enzimas y agitadores mecánicos, para obtener ganancias en peso, ha surgido el interés por la eliminación de la fermentación natural del café. Como consecuencia, ha venido el desarrollo de técnicas para sustituirla, principalmente en forma mecánica. Se están utilizando máquinas que básicamente constan de un depósito para café, dotado de un agitador de disco perforado o de hélice. Este hace un buen desmucilaginado pero períodos de agitación mayores de 5 a 30 minutos cuando se usa agua caliente o enzimas y se trabajan tandas. (Ver marcos referenciales)

Desmucilaginadora tipo Elmu

La máquina de funcionamiento continuo que mayor éxito ha tenido en Centro América es la desmucilaginadora Elmu, construida y experimentada en El Salvador y posteriormente en Costa Rica con algunas modificaciones. Básicamente, consiste en una batidora cilíndrica vertical con barras fijas y un eje con barras que giran a 530 r.p.m., impulsadas por un motor de 11 kw. El café avanza hacia la salida inferior por gravedad a través de 3 compartimientos. Está construida totalmente de acero inoxidable. En Costa Rica se aumentó a 4 el número de compartimientos y se busca dotarlas de un sistema de apertura para limpieza y reparaciones. (Ver marcos referenciales)



Desmucilagadora continua de flujo ascendente

Con estas máquinas un alto porcentaje de mucilago es desprendido en los primeros segundos de agitación, originándose suspensiones altamente viscosas de granos de café-mucílago. El café fluye en dirección vertical ascendente y las mieles desprendidas son expulsadas a través de las aberturas colocadas en dirección tangencial, a medida que el producto avanza hacia la salida localizada en la parte superior.

Adicionalmente, se recupera un alto porcentaje de granos con almendra de buena calidad, que, por su menor tamaño, mala calibración de la despulpadora o problemas fitosanitarios, como la mancha de hierro, no fueron despulpados, lo cual contribuye a incrementar notoriamente la conversión cereza/seco. (Ver marcos referenciales)



REQUERIMIENTOS DEL DISEÑO

Requerimientos de uso

De fácil uso y manejo para los usuarios

Debe ser claro y visualmente entendible para el contexto sociocultural al que va dirigido

Debe manejar tecnología básica y de fácil entendimiento y manejo

Debe garantizar la seguridad para el usuario y la producción

Requerimientos de función

Debe poder despulpar sin usar agua

Debe cumplir adecuadamente todos los procesos para los que fue diseñada

Debe contener piezas que puedan ser reemplazadas fácilmente en caso de daño

Debe contener un paquete técnico simple de usar y de mantener

Debe estar fabricado de materiales resistentes al uso, al sol, animales y daños propios del campo

Requerimientos estéticos

Debe usar colores que correspondan al funcionamiento de la máquina, es decir que fácilmente se asocie su estética con el sector cafetero

Debe mostrarse como una máquina de fácil uso tanto para hombres como mujeres, dando una impresión de seguridad y confianza.

Debe tener piezas comunicativas breves y claras (etiquetas y avisos de advertencia y uso)

MARCOS REFERENCIALES

Primera despulpadora



Figura 13: Primera planta firma

Desmucilagadora de flujo discontinuo por tandas



Figura 14: Desmucilagadoras de flujo discontinuo por tandas

Desmucilagadora tipo Elmu



Figura 15: Desmucilagadora de flujo continuo tipo "Elmu"

Desmucilagadora continua de flujo ascendente



Figura 16: Desmucilagadora continúa de flujo ascendente

Otras máquinas despulpadoras comerciales actuales



Figura 17: Desmucilaginador vertical ascendente delva dx – 4



Figura 18: Despulpadora horizontal de café dh – 6



Figura 19: Despulpadora clasificadora de verdes dcv 306



Figura 20: Despulpadora vertical de café dv 255

PLANOS BÁSICOS

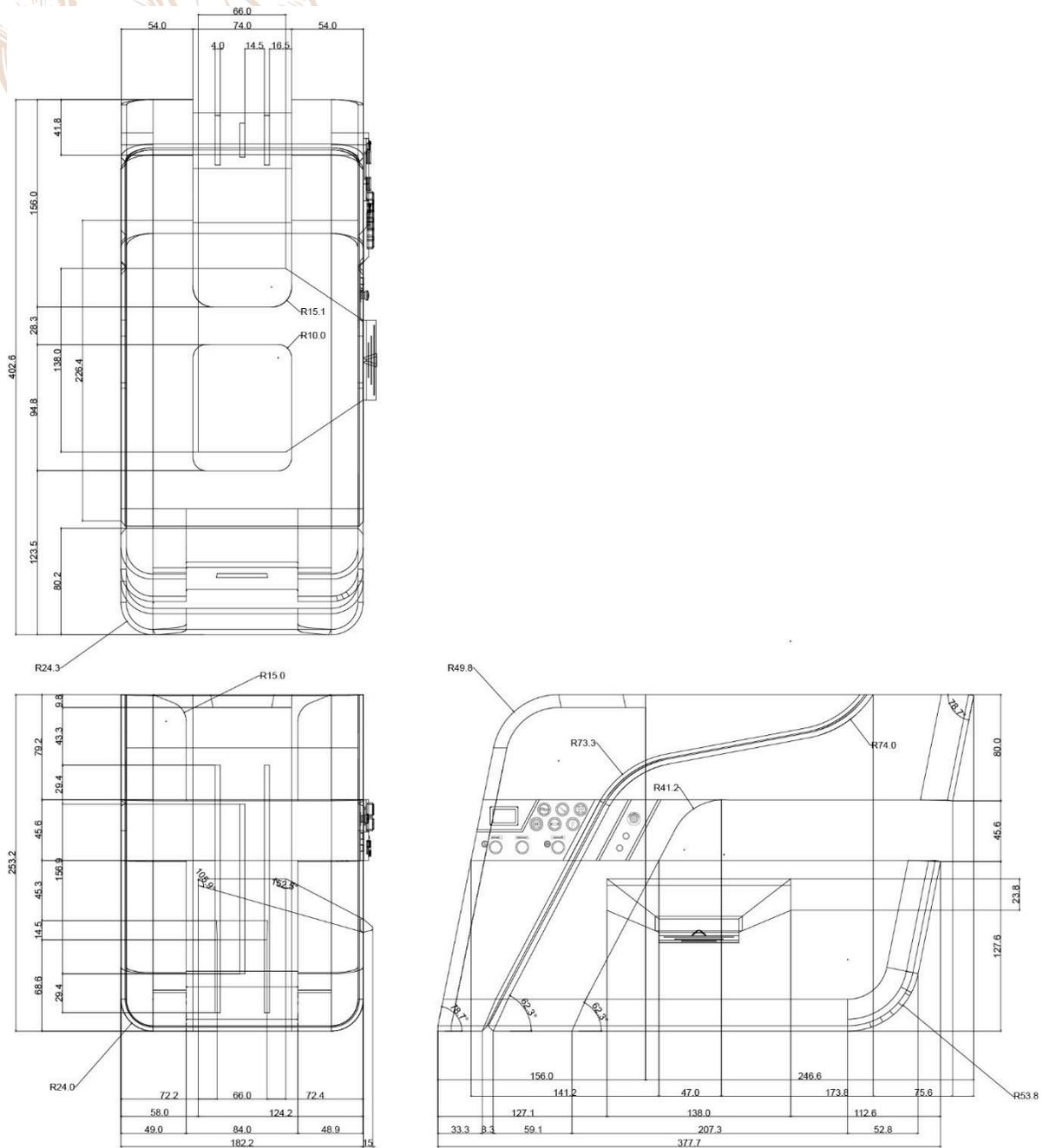


Figura 21: Planos generales de carcasa

PRODUCCIÓN

Pieza	Material	Unión	Descripción	Producción
Tambor	Acero inoxidable	Soldadura TIG Soldadura mig de trenza	Calibre 20	Cizalla o tijera
Bandeja salida de café	Acero inoxidable	Soldadura TIG Soldadura mig de trenza	Calibre 20	Cizalla o tijera
Bandeja salida residuos	Acero inoxidable	Soldadura TIG Soldadura mig de trenza	Calibre 20	Cizalla o tijera
Despulpadora	Acero inoxidable	Soldadura TIG Soldadura mig de trenza	Calibre 20	Cizalla o tijera
Estructura Tolva	Cold roll	Soldadura TIG y unión en frío	Calibre16	Prensa hidráulica
Tolva	Acero	Soldadura TIG y unión en frío	Calibre16	Cortadora de banco
Banda transportadora	Polímero	Unión en frío	Fabrica	Fabrica
Compresor	Hierro	Fabrica	12 Bares	Fabrica
Acumulador	Hierro	Fabrica	10 Bares	Fabrica
breaker bifasico	Fabrica	Fabrica	Fabrica	Fabrica
Mangueras de aire	Fabrica	Fabrica	Fabrica	Fabrica
Pantalla digital	Fabrica	Fabrica	7,4 pulg	Fabrica
Carcasa	Acero	Soldadura TIG	Calibre 20	Prensa hidráulica

Tabla 1: Producción de máquina Bio-Koppi

En la tabla que se ha presentado, se pueden evidenciar los elementos que contiene la máquina despulpadora, explicados de forma específica con sus partes y componentes, así como las características de los materiales que la componen.

Como se puede ver, la máquina está elaborada en su mayoría por acero inoxidable calibre 20, lo que equivale aproximadamente a un grosor de 9mm. Dándole durabilidad, salubridad y facilidad de aseo. Igualmente, estos materiales son usados para protegerla del desgaste propio de su uso y del paso del tiempo.

Cabe resaltar que la soldadura TIG, es usada debido a su carácter de efectividad, sin necesidad de agregar el electrodo de las soldaduras convencionales. Ofreciendo a la máquina una mejor soldadura, reduciendo peso y haciendo el proceso más viable.

RESULTADOS

Resultado final:



Figura 23: Vías de acceso de la máquina

Después de ejecutado el proyecto, se ha obtenido como resultado final la máquina despulpadora “Bio-Koppi” presentada previamente y con las especificaciones ya dadas en este documento (Para más detalles sobre funcionamiento y descripción de partes, diríjase al anexo 1 y 2). Inicialmente se había propuesto como objetivos reducir el consumo de agua en el sistema productivo del café, así como la cantidad de lixiviados a la mitad, el tiempo de producción a la mitad, y la optimización en el proceso y empleo de maquinarias.

En las mediciones previas al diseño, se encontró que la cantidad de agua empleada en el proceso era de litros de agua por cada 500 kilogramos de café. Comparativamente, esta cantidad de agua equivale a una piscina con dimensiones de 4 metros de ancho, 4 metros de largo, y 1.5 metros de altura. Igualmente, se encontró que el proceso de despulpado tarda aproximadamente 1 horas por 300 kilogramos de café en máquinas despulpadoras convencionales.

El proceso de despulpado y proceso en torno al café implica una serie de recursos humanos y de tiempo distribuidos de la siguiente manera:

- a) proceso de despulpado de café: 1 hora por 500 Kg de café cereza
- b) Lavado del café: Una vez despulpado el café, se almacena en contenedores con agua por 32 horas para que el mucilago se ablande y sea más fácil de remover

c) Secado del café: Se seca la última piel del grano de café, con el fin de ser removida y llevarse a cabo el proceso de tostado: 34 horas al sol.

Como se puede evidenciar, estos tres procesos tardan aproximadamente 70 horas.

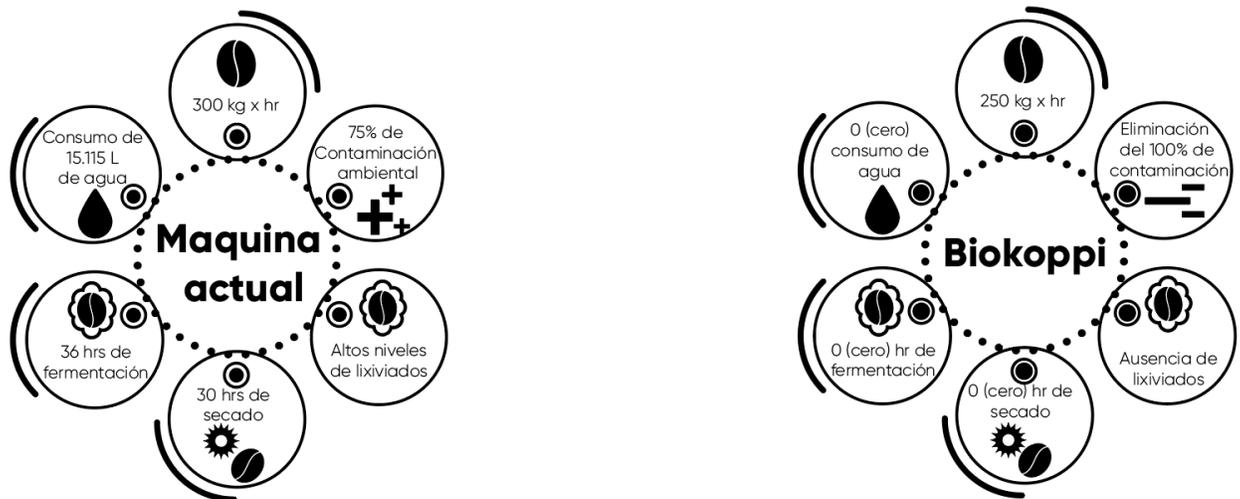


Diagrama 1: Comparación entre despulpadoras comerciales y BioKoppi

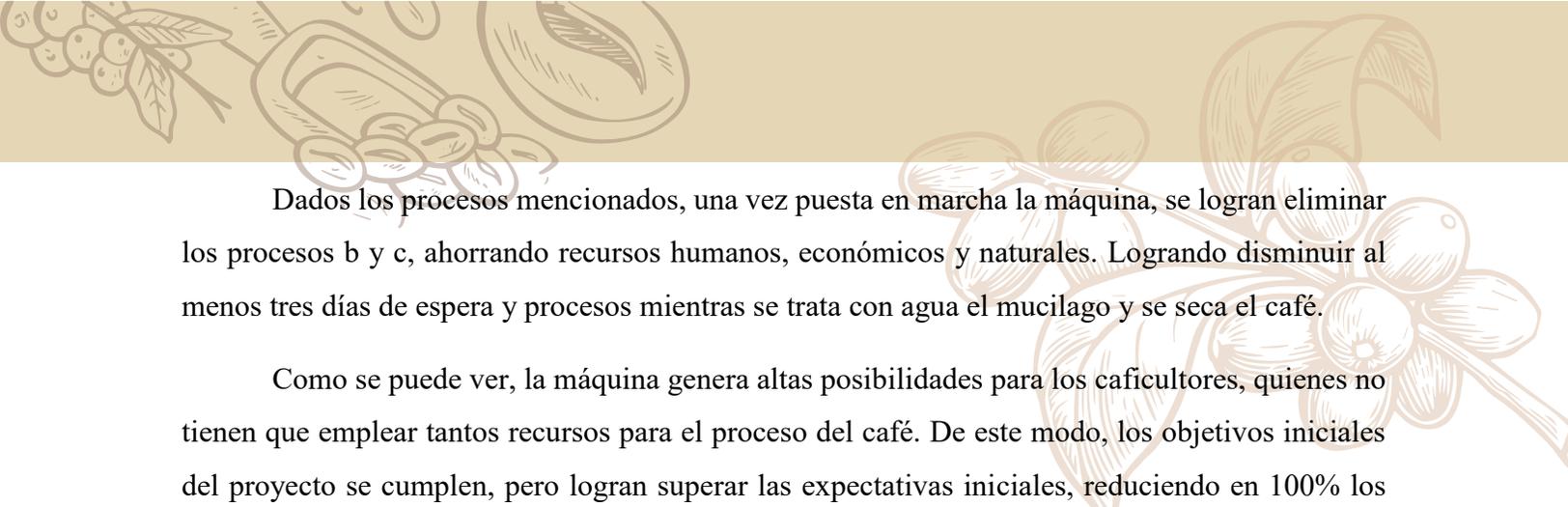
En adición, se observa que el desecho de agua que resulta de este proceso, es tratado sin conocimiento y cuidado por el medio ambiente, generando serios daños y repercusiones como ya se ha mencionado aquí.

Una vez cotejados estos datos, y procediendo a la elaboración de la máquina, poniendo en adecuado funcionamiento la misma, se han evidenciado los siguientes cambios al respecto de las medidas iniciales:

El uso de la máquina despulpadora, ha demostrado que no solo se puede reducir el uso del agua considerablemente, sino que, para este caso en específico, no emplea este recurso para llevar a cabo su función.

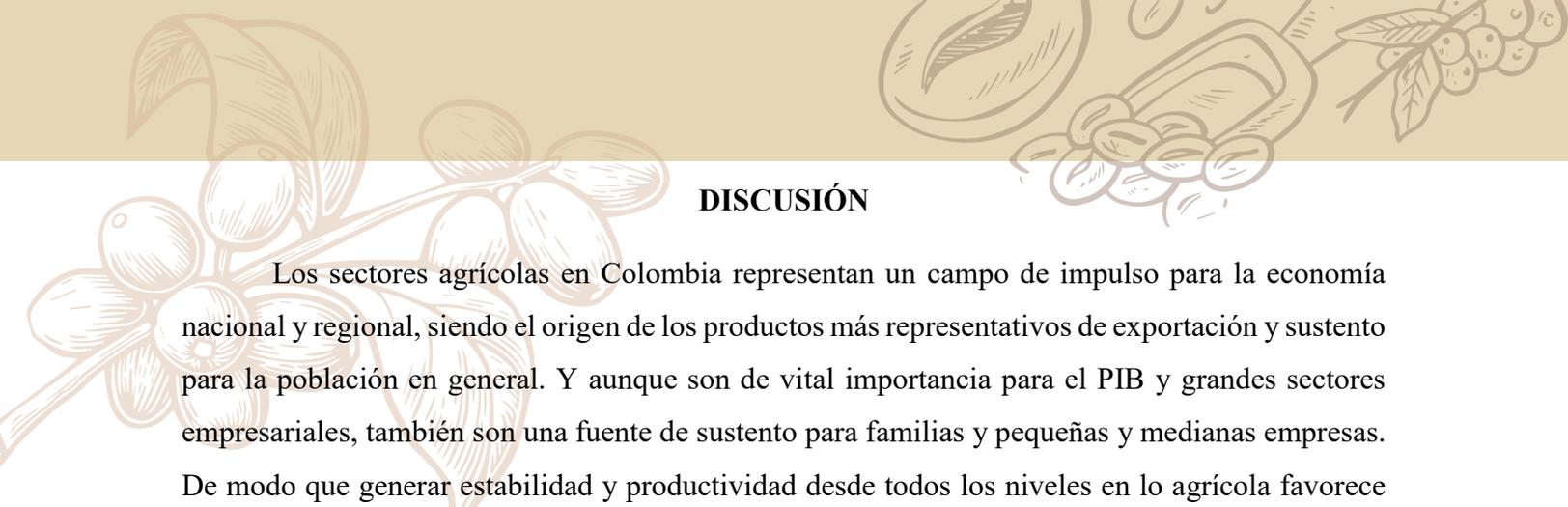
Por consiguiente, los lixiviados generados en el proceso, se han reducido a 0%

Finalmente, el tiempo de despulpado con el uso de la máquina es de .1 hora por 250kg de café, y si bien la producción es menor, el tiempo ahorrado en otros procesos, o la eliminación de los mismos, ponen a la máquina por encima de las demás.

The header features a light beige background with faint, stylized line drawings of coffee-related items: coffee beans, a branch with leaves and berries, and a coffee cup. The text is centered in the upper portion of the page.

Dados los procesos mencionados, una vez puesta en marcha la máquina, se logran eliminar los procesos b y c, ahorrando recursos humanos, económicos y naturales. Logrando disminuir al menos tres días de espera y procesos mientras se trata con agua el mucilago y se seca el café.

Como se puede ver, la máquina genera altas posibilidades para los caficultores, quienes no tienen que emplear tantos recursos para el proceso del café. De este modo, los objetivos iniciales del proyecto se cumplen, pero logran superar las expectativas iniciales, reduciendo en 100% los lixiviados generados y reduciendo de 70 a x horas el proceso en los que el agua es usada, lo que es igual a decir, donde la máquina tiene alcance.



DISCUSIÓN

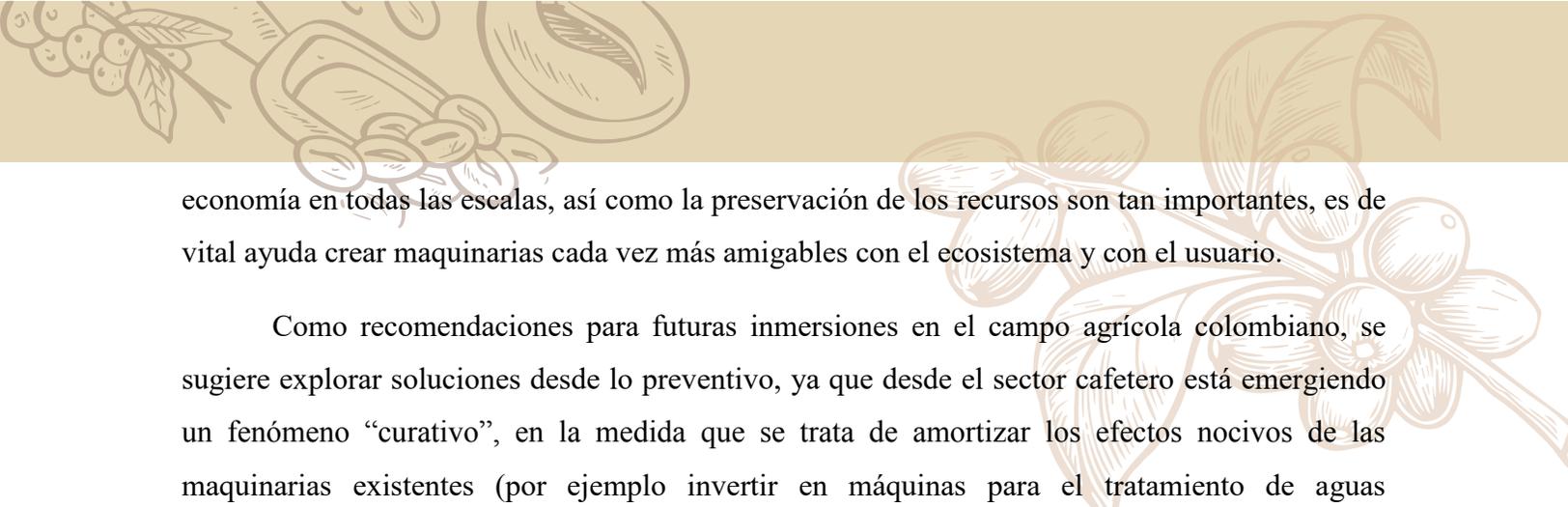
Los sectores agrícolas en Colombia representan un campo de impulso para la economía nacional y regional, siendo el origen de los productos más representativos de exportación y sustento para la población en general. Y aunque son de vital importancia para el PIB y grandes sectores empresariales, también son una fuente de sustento para familias y pequeñas y medianas empresas. De modo que generar estabilidad y productividad desde todos los niveles en lo agrícola favorece al país en muchos aspectos.

Aparte del tema económico, lo que respecta al medioambiente está volviéndose tema de agenda política en diferentes lugares del mundo. Como muestra de esto, se han firmado acuerdos como el de Protocolo de Kyoto en el que las naciones buscan disminuir el impacto de emisiones sobre la atmosfera; Así como este, se han planteado muchas soluciones en diferentes esferas de los problemas que el medio ambiente atraviesa, lo que ha redundado en una cultura de cuidado por los recursos naturales que ha empezado a cambiar aspectos de las ciudades y algunos sectores agrarios en ciertos lugares del mundo en países desarrollados.

Estos fenómenos han tardado un poco más en llegar o en materializarse en países en vía de desarrollo como Colombia, que sigue preservando esquemas rudimentarios para el sector empresarial del campo, generando retraso y sobrecostos en procesos que se pueden hacer de una forma más simple.

Desde el punto de vista de la industria, la presente máquina despulpadora puede competir con las demás del mercado, pues las que existen en la actualidad que se han presentado con anterioridad, no resuelven el problema de los lixiviados, siguen gastando recursos naturales y no ahorran procesos para el tratamiento del café. Por esta razón, aunque sí buscan la tecnificación de los procesos, no son amigables con el ecosistema. Comparativamente, el ahorro de tiempo, procesos, costos y recursos, ponen a esta máquina muy por encima de otras en el mercado, sin contar que está diseñada de manera amigable con el usuario y es de fácil consecución, mantenimiento y reparación por parte del usuario.

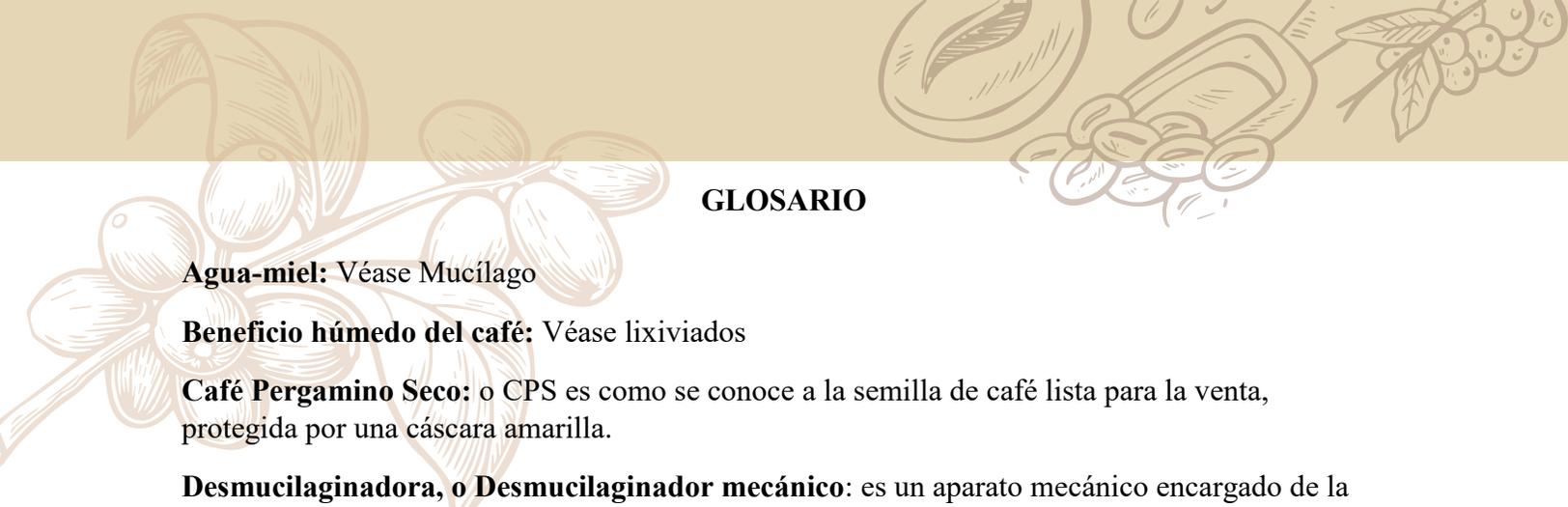
Los resultados que se evidenciaron tras la realización de esta máquina despulpadora, muestran que sí es posible generar soluciones de alto impacto para el medioambiente sin afectar la economía, o inflar los costos de producción agrícola. Ante la situación actual en la que tanto la



economía en todas las escalas, así como la preservación de los recursos son tan importantes, es de vital ayuda crear maquinarias cada vez más amigables con el ecosistema y con el usuario.

Como recomendaciones para futuras inmersiones en el campo agrícola colombiano, se sugiere explorar soluciones desde lo preventivo, ya que desde el sector cafetero está emergiendo un fenómeno “curativo”, en la medida que se trata de amortizar los efectos nocivos de las maquinarias existentes (por ejemplo invertir en máquinas para el tratamiento de aguas contaminadas). Este fenómeno es costoso y no genera soluciones efectivas. Igualmente, se recomienda estar muy informado sobre los procesos del café, ya que es un producto extremadamente delicado y necesita mucho cuidado para no perder su calidad, esto podría retrasar el estudio sobre el mismo y emplear tiempo que se pueda usar en el planteamiento de soluciones.

El presente trabajo es un aporte desde lo técnico, direccionado al crecimiento de las medianas industrias cafeteras, que pretende generar conciencia en torno a la creación de maquinarias versátiles y sostenibles. Igualmente, es un aporte desde lo humano en cuanto es obligación de las nuevas generaciones crear soluciones desde su campo de conocimiento para hacer del mundo, las empresas y las naciones, lugares mejores para habitar.



GLOSARIO

Agua-miel: Véase Mucílago

Beneficio húmedo del café: Véase lixiviados

Café Pergamino Seco: o CPS es como se conoce a la semilla de café lista para la venta, protegida por una cáscara amarilla.

Desmucilagadora, o Desmucilagador mecánico: es un aparato mecánico encargado de la remoción del mucilago de café, empleando agua para optimizar el proceso.

Despulpado: Acción que consiste en separar una parte de la pulpa del café en un paso previo al secado.

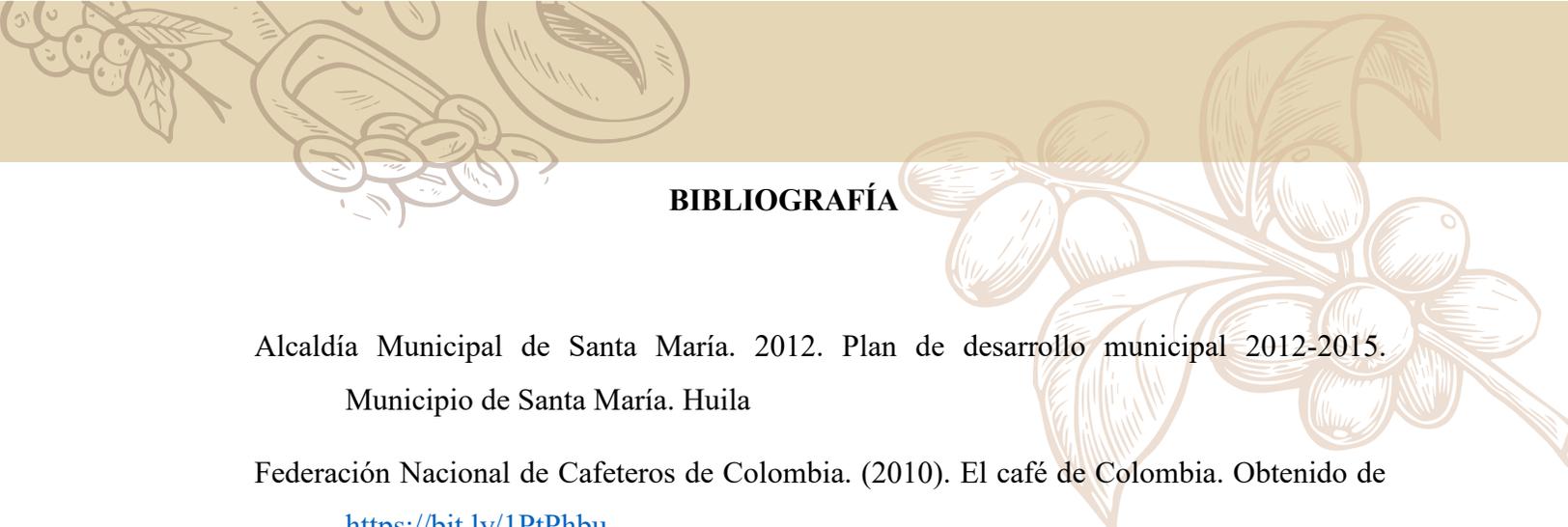
Despulpadora: Máquina empleada para el proceso del despulpado

Fermentación: Es un proceso bioquímico por el que una sustancia orgánica logra transformarse en otra sustancia simple, empleando un fermento para dicho fin.

Lixiviado: Son líquidos que surgen de varios compuestos de residuos sólidos al ponerse en contacto con el agua

Mucilago: Sustancia viscosa que hace parte de la estructura de algunos vegetales y granos, en este caso, el café.

Pulpa: Es la parte blanda carnosa y comestible del fruto.



BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía Municipal de Santa María. 2012. Plan de desarrollo municipal 2012-2015. Municipio de Santa María. Huila
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2010). El café de Colombia. Obtenido de <https://bit.ly/1PtPhbu>
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2012). Glosario cafetero para conocer más sobre el café de Colombia. Al Grano. 32. Obtenido de <https://bit.ly/2Jsw0fw>
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2010). La gente del café. Obtenido de <https://bit.ly/1mCiWA4>
- Pabón, U., Sanz, U. y Oliveros, T. (2008). Efecto de dos prácticas empleadas con café desmucilaginado mecánicamente en la calidad y el impacto ambiental. Cenicafé 59,3:214-226.
- Pabón, U., Sanz, U. y Oliveros, T. (2009). Manejo del café desmucilaginado mecánicamente. Cenicafé 59,3:214-226.
- Velásquez, R. 2019. Guía de variedades del café. Asociación Nacional del Café. Segunda edición. Guatemala
- Zambrano-franco,F., Isaza, J. (1998). Demanda química de oxígeno y nitrógeno total de los subproductos del proceso tradicional de beneficio húmedo del café. Avances técnicos Cenicafé. 388.

ANEXOS

Anexo A. Despiece

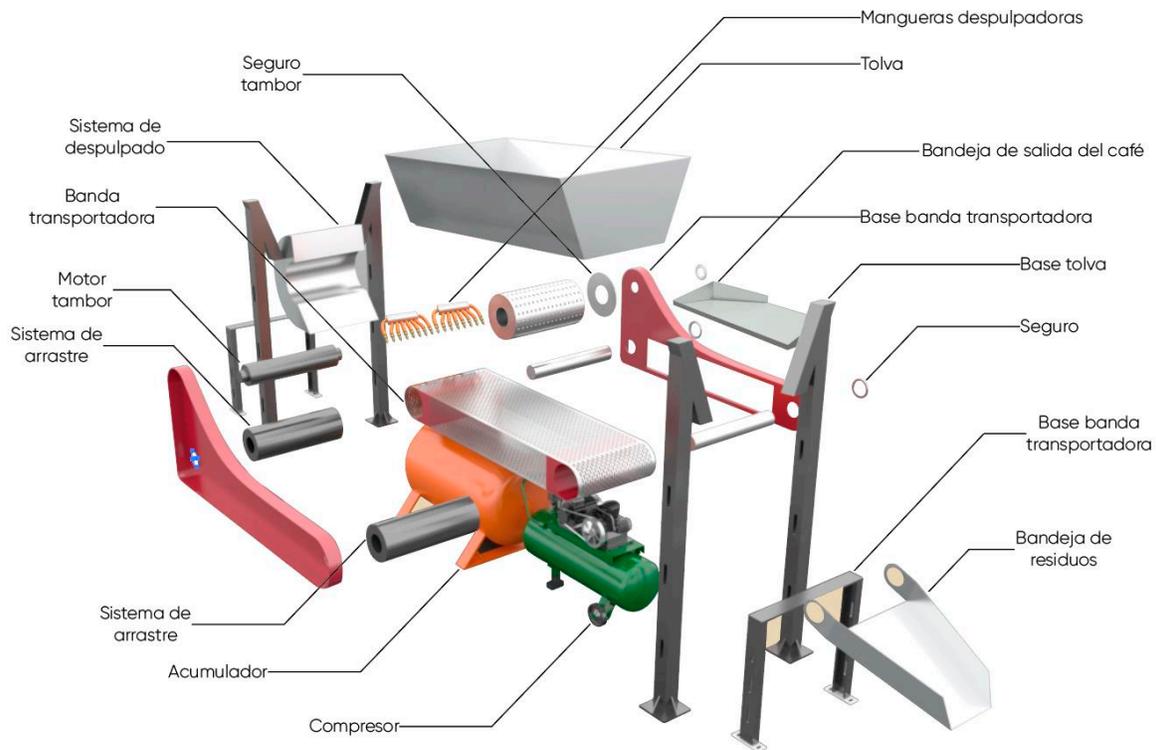


Figura 24: Despiece BioKoppi

Anexo B. Mandos y controles

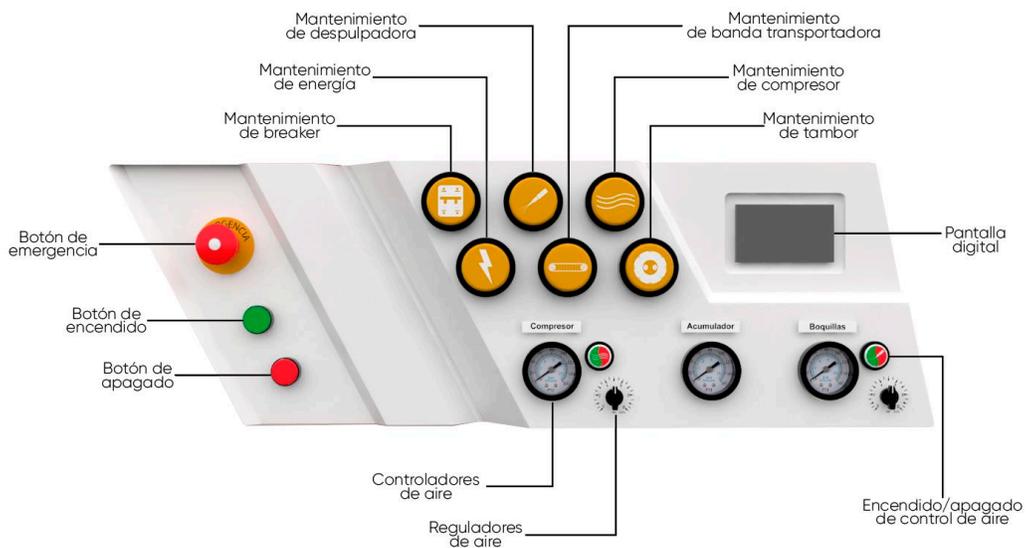


Figura 25: Mandos y controles

Anexo C. Secuencia de uso



Figura 26. Paso 1 uso de la máquina

Paso 1. Almacenamiento del café cereza en la máquina despulpadora. El operario habilita el paso de café de la segunda planta (donde se suele almacenar el café), hacia la tolva de la máquina. Una vez realizado esto, el operario se dispone a ubicar los contenedores en las salidas de desechos y de café despulpado.



Figura 27: Paso 2 uso de la máquina

Paso 2. Encendido. El operario acciona el mecanismo de encendido de la máquina para que el proceso de despulpado inicie.



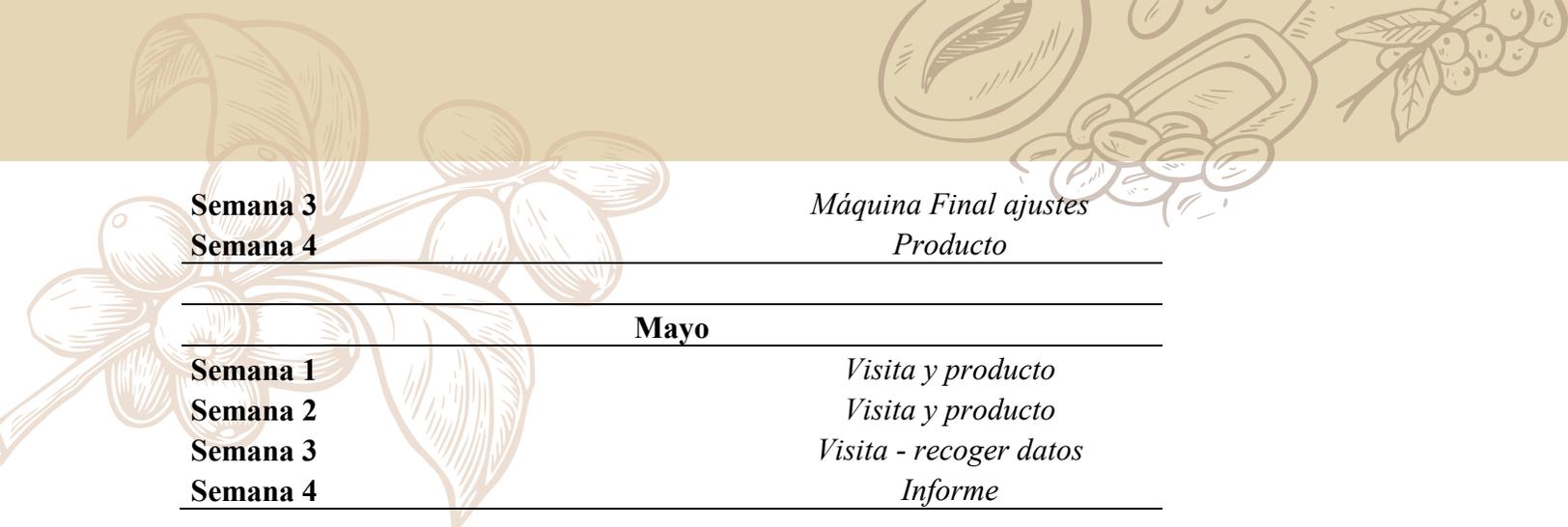
Figura 28: Paso 3 uso de la máquina

Paso 3. Salida del café despulpado y desechos orgánicos. La máquina al final del proceso evacuará los desechos por la parte frontal que se depositarán en uno de los contenedores ubicados en esta posición; Al tiempo, el café despulpado saldrá por las bandejas laterales depositándose en los contenedores ubicados para este fin. El operario debe tomar estos contenedores y desplazarlos al siguiente lugar destinado para continuar el proceso habitual de trillado. Con los desechos, se iniciará un proceso de tratamiento de desechos conforme cada usuario considere pertinente.

Anexo D. Cronograma

Agosto	
Semana 1	<i>Cronograma-Búsqueda de espacio</i>
Semana 2	<i>Revisión cronológica (visita)</i>
Semana 3	<i>Identificación de problema</i>
Semana 4	<i>Marco teórico</i>
Septiembre	
Semana 1	<i>Marco teórico - Bocetaje</i>
Semana 2	<i>Marco teórico - Bocetaje</i>
Semana 3	<i>Recolección de información</i>
Semana 4	<i>Visita-</i>

Octubre	
Semana 1	<i>Prototipo- marco teórico</i>
Semana 2	<i>Prototipo- marco teórico</i>
Semana 3	<i>Marco teórico (materiales)</i>
Semana 4	<i>Prototipo final</i>
Noviembre	
Semana 1	<i>Revisión y corrección</i>
Semana 2	<i>Piloto corregido</i>
Semana 3	<i>Cotización</i>
Semana 4	<i>Cotización</i>
Diciembre	
Semana 1	<i>Pruebas</i>
Semana 2	<i>Pruebas</i>
Semana 3	<i>Visita</i>
Semana 4	<i>Elaboración de prototipo</i>
Enero	
Semana 1	<i>Prototipo</i>
Semana 2	<i>Prototipo</i>
Semana 3	<i>Prototipo</i>
Semana 4	<i>Visita (medidas, funcionamiento)</i>
Febrero	
Semana 1	<i>Visita (recoger información)</i>
Semana 2	<i>Ajustes</i>
Semana 3	<i>Ajustes</i>
Semana 4	<i>Final</i>
Marzo	
Semana 1	<i>Máquina Final</i>
Semana 2	<i>Máquina Final - visita</i>
Semana 3	<i>Máquina Final</i>
Semana 4	<i>Revisión y observaciones</i>
Abril	
Semana 1	<i>Ajustar errores</i>
Semana 2	<i>Máquina Final ajustes</i>



Semana 3
Semana 4

Máquina Final ajustes
Producto

Mayo

Semana 1
Semana 2
Semana 3
Semana 4

Visita y producto
Visita y producto
Visita - recoger datos
Informe

Tabla 2: No se encuentran entradas de índice. Cronograma de actividades