

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**



**TRABAJO DE GRADO**

PROPUESTA DE MEJORA DE LAS PRÁCTICAS INDUSTRIALES DE  
BENEFICIADO DE CAFÉ QUE CONTRIBUYAN A REDUCIR EL IMPACTO  
AMBIENTAL DEL BENEFICIO LAS TRES PUERTAS DE SANTA ANA

**PARA OPTAR AL GRADO DE**  
**INGENIERO INDUSTRIAL**

**PRESENTADO POR**

OSCAR ALUX GÓMEZ CAMPOS  
ERICK OSWALDO LÓPEZ FLORES

**DOCENTE ASESOR**

INGENIERO RAÚL ANTONIO AGUILAR RUANO

ENERO, 2020

SANTA ANA, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**AUTORIDADES**



M. Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO  
**RECTOR**

DR. RAÚL ERNESTO AZCÚNAGA LÓPEZ  
**VICERRECTOR ACADÉMICO**

ING. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA  
**VICERRECTOR ADMINISTRATIVO**

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL  
**SECRETARIO GENERAL**

LICDO. LUIS ANTONIO MEJÍA LIPE  
**DEFENSOR DE LOS DERECHOS UNIVERSITARIOS**

LICDO. RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARÍN  
**FISCAL GENERAL**

**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE**  
**AUTORIDADES**



**M. Ed. ROBERTO CARLOS SIGÜENZA CAMPOS**  
**DECANO**

**M. Ed. RINA CLARIBEL BOLAÑOS DE ZOMETA**  
**VICEDECANA**

**LICDO. JAIME ERNESTO SERMEÑO DE LA PEÑA**  
**SECRETARIO**

**ING. DOUGLAS GARCÍA RODEZNO**  
**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

## **AGRADECIMIENTOS**

*Es imposible no dar gracias a DIOS por tantas bendiciones recibidas a lo largo de mi vida y sobre todo en mi proceso de estudio en la universidad. Gracias padre celestial por darme la salud, conocimiento, paciencia e inteligencia para enfrentar todas las pruebas que a lo largo de la carrera de ingeniería tuve que superar. No seríamos nada sin tu inmenso amor Señor.*

*A MIS PADRES, Pedro López y Silvia de López, que fueron mi inspiración día a día para lograr mis objetivos y esforzarme en todo momento. De ti, Papá, aprendí a ser humilde y responsable en mi vida, que, a pesar de estudiar una carrera de gran dificultad, nunca debía darme por vencido y siempre doblar rodillas ante Dios para pedir fuerzas y sabiduría. De ti, mamá Silvia, aprendí a amar la vida, y esforzarme en todo momento para cumplir los sueños que me propuse al iniciar la universidad, sin duda, eres la persona que más admiro en esta vida mamá. Gracias a ambos por siempre darme los recursos necesarios a lo largo de la carrera y en la realización del trabajo de grado. ¡Los amo con todo mi corazón!*

*Gracias a mi hermano Saúl y mis familiares más cercanos, que sirvieron siempre de apoyo y consejo para la toma de decisiones importantes. Doy gracias a Dios por darme una gran cantidad de familiares que realmente me ayudaron en el crecimiento personal y profesional que tuve todos estos años.*

*...A los amigos no los escoge uno, es el destino quien te los da en el momento oportuno. Gracias a mis amigos cercanos y compañeros de carrera, por el apoyo incondicional y desinteresado que tuvieron conmigo. Siempre los llevaré en mi mente y en mi corazón por todos los lindos momentos, aflicciones, desdichas, triunfos y alegrías que vivimos a lo largo de la carrera. Dios los bendiga siempre en su vida. ¡Gracias totales!*

***Erick Oswaldo López Flores.***

## **AGRADECIMIENTOS**

*Como un hombre no puede navegar una embarcación solo, aquí la tripulación:*

*A Dios, el capitán del barco, quien forjó mi camino, nada sucedió sin que él lo permitiera, me acompañó y levantó de mis continuos tropiezos, creador de mis padres y todas las personas que amo. Gracias por la vida, salud y sabiduría en cada día de mi vida.*

*A mi padre Nacxit Gómez, mi permanente inspiración, quien me animó siempre y enfrentó valientemente su muerte prematura antes de viajar a su ciudad distante. Su ejemplo de perseverancia y consejos que llevo tatuados en mi corazón, me mantuvieron soñando cada una de las veces que pensé en rendirme.*

*A mi madre Idalia de Gómez, la persona que más admiro y el pilar más importante en cada paso del camino, un ejemplo admirable de amor incansable, lucha, dedicación y fortaleza en cada día, aun cuando el barco hizo agua tantas veces en la noche. Si alguien me ha enseñado a superar obstáculos ha sido ella.*

*A mi familia: Nissi, Nacxit y Karla, no son muchos, pero Dios los puso un poco más cercanos a mí, para hacerme comprender el calibre de su amor. Me dio a las mejores personas del mundo, quienes llevan siempre mis heridas y miserias en su pecho y jamás me echan en cara lo que han hecho aun teniendo una razón.*

*A los amigos y compañeros, nunca me he reído tanto como lo hice junto a ellos, no es necesario dar nombres o apellidos, ellos lo saben y se dan por aludidos.*

**Oscar Alux Gómez Campos**

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	xv
CAPÍTULO I: GENERALIDADES .....	18
1.1 Introducción .....	18
1.2 Antecedentes .....	19
1.2.1 Antecedentes de la Institución .....	19
1.2.2 Antecedentes del estudio.....	20
1.3 Planteamiento del problema.....	21
1.4 Objetivos de la investigación .....	22
1.4.1 Objetivo general .....	22
1.4.2 Objetivos específicos .....	22
1.5 Justificación.....	23
1.6 Alcances globales.....	24
1.7 Limitaciones .....	25
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....	26
2.1 Introducción .....	26
2.2 Generalidades del cultivo de Café.....	27
2.2.1 El café y sus variedades. ....	28
2.2.2 Principales Regiones Cafetaleras en El Salvador.....	32
2.3 Industria del Café a nivel Mundial.....	34
2.3.1 Prácticas generales a nivel Mundial en la industria del Café.....	34
2.3.2 Estadísticas Económicas .....	36
2.3.3 Producción de café a nivel mundial .....	37
2.4 Situación actual del café en El Salvador .....	39
2.4.1 Importancia del cultivo del café para El Salvador .....	41
2.4.2 Importancia económica y social.....	42
2.4.3 Impacto ambiental del proceso de beneficiado .....	44
2.5 Sistema de tratamiento para Subproductos .....	47
2.5.1 La pulpa como sistema de abono .....	47
2.5.2 La pulpa como alimentación animal .....	53

2.5.3 Combustión de la pulpa de café secada.....	54
2.5.4 Tratamiento de las aguas residuales .....	56
2.6 Otros usos del café .....	59
2.6.1 El café en otros alimentos y medicamentos .....	60
2.6.2 El café como fertilizante .....	63
2.6.3 El café como medio artístico Arfé .....	64
2.6.4 Arte del Café .....	65
2.6.5 Uso Medicinal del Café.....	66
2.7 Condiciones climáticas que favorecen el cultivo en El Salvador .....	69
2.7.1 Condiciones geográficas .....	70
2.8 Análisis de comercialización.....	74
2.8.1 Principales países consumidores de Café.....	78
2.8.2 Principales Compradores de Café Salvadoreño .....	81
2.8.3 Proceso de comercialización del café .....	83
2.8.4 Mecanismos de comercialización externa.....	86
2.8.5 Mecanismos de comercialización interna .....	89
2.9 Marco Legal .....	91
<b>CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>99</b>
3.1. Introducción .....	99
3.2. Tipo de estudio .....	100
3.3. Fuentes de información .....	101
3.3.1. Fuentes primarias .....	101
3.3.2 Otros Beneficios de Café como fuente primaria. ....	102
3.3.3 Fuentes secundarias.....	118
3.4 Técnicas de recolección de datos .....	118
3.4.2 Entrevista.....	118
3.4.3 Observación.....	119
3.5 Cronograma de trabajo.....	120
3.6 Análisis de datos .....	121
<b>CAPITULO IV: SITUACIÓN ACTUAL DEL BENEFICIO LAS TRES PUERTAS. ....</b>	<b>122</b>
4.1 Introducción .....	122

4.2 Datos generales de la empresa .....	123
4.2.1 Generalidades .....	123
4.2.2 Clasificación Industrial .....	125
4.2.3 Productos/Servicios.....	126
4.3 Descripción del Proceso Productivo .....	130
4.3.1 Descripción del proceso de Beneficiado Húmedo .....	131
4.3.2 Descripción del proceso de Beneficiado Seco .....	143
4.3.3 Cursograma analítico .....	148
4.3.4 Diagrama de recorrido.....	150
4.3.5 Plano general del Beneficio .....	151
4.4 Costos de producción (Despulpe). .....	152
4.5 Datos productivos del Beneficio Las Tres Puertas .....	153
4.6 Maquinaria utilizada en el proceso de beneficiado .....	153
4.6.1 Mantenimiento de la maquinaria.....	154
4.7 Capacidad instalada de producción Beneficio las Tres Puertas .....	155
4.8 Manejo de los desechos sólidos .....	155
4.8.1 Principales afectados del manejo de los residuos .....	160
4.8.2 Fase Beneficiado Húmedo .....	160
<b>CAPITULO V: PROPUESTA DE MEJORA DE LAS PRÁCTICAS</b>	
<b>INDUSTRIALES MEDIANTE LA OPTIMIZACION DE LOS RECURSOS</b>	
<b>NATURALES Y EL APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS GENERADOS.....</b>	
5.1 Introducción .....	161
5.2 Análisis Causa – Efecto. ....	162
5.3 Análisis de Alternativas. ....	165
5.3.1 Metodología de evaluación. ....	165
<b>5.4 FASE I: ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE BENEFICIADO</b>	
<b>ECOLOGICO HÚMEDO QUE PERMITA LA REDUCCIÓN DEL</b>	
<b>CONSUMO DE AGUA DENTRO DEL PROCESO. ....</b>	
5.4.1 Maquinaria para el Beneficiado Ecológico .....	170
5.4.2 Inversión estimada propuesta N°1 y los Beneficios estipulados.....	172
<b>5.5 FASE II: CONTROL DE CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS MIELES</b>	

Y DESECHOS DE PULPA DEL CAFÉ A TRAVÉS DE LA OBTENCIÓN DE GAS POR MEDIO DE UN BIODIGESTOR.....	176
5.5.1 Análisis del sistema propuesto .....	176
5.5.2 Diseño Hidráulico Sanitario.....	179
5.5.3 Inversión estimada propuesta N° 2 y los beneficios estipulados. ....	184
5.6 RESUMEN DE LA PROPUESTA. ....	188
5.6.1 Evaluación económica. ....	190
5.6.2 Influencia en el impacto ambiental. ....	192
CONCLUSIÓN .....	194
RECOMENDACIONES .....	196
BIBLIOGRAFÍA.....	198
ANEXOS.....	200
ANEXO 1: GUÍA BÁSICA DE ENTREVISTA LAS TRES PUERTAS.....	201
ANEXO 2: ENTREVISTA BÁSICA A BENEFICIOS DE FUENTE PRIMARIA: LAS CRUCES Y BALCANES COFFEE STATES.....	205
ANEXO 3: FICHAS TECNICAS DE LA MAQUINARIA PROPUESTA Y COTIZACIONES.....	206
ANEXO 4: ESTADISTICAS CAFETALERAS DE EL SALVADOR .....	219
ANEXO 5: LISTA PARA REPORTE DE OPERACIONES .....	222
ANEXO 6: GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	223

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producción Anual de Café.....	39
Tabla 2. Estadísticas de Precios en El Salvador.....	40
Tabla 3. Distribución de zonas cafetaleras en El Salvador.....	42
Tabla 4. Estadísticas de Generación de Empleo y Producción.....	42
Tabla 5. Aporte del Café al PIB y PIBA.....	43
Tabla 6. Total de Productores de Café en El Salvador.....	74
Tabla 7. Productores por Departamento.....	76
Tabla 8. Países destino del café salvadoreño cosecha 2018/2019.....	78
Tabla 9. Exportaciones de café por comprador cosecha 2018/2019.....	82
Tabla 10. Valores máximos permisibles de parámetros para verter aguas residuales de tipo especial al cuerpo receptor por tipo de actividad (beneficiado de café).....	96
Tabla 11. Frecuencia mínima de muestreo y análisis de aguas residuales de tipo especial.....	97
Tabla 12. Factores de localización Beneficio Las Cruces.....	103
Tabla 13. Descripción general del proceso en Beneficio Las Cruces.....	104
Tabla 14. Detalle tanques de captación.....	105
Tabla 15. Especificaciones Jotagallo 4 ½ Beneficio Las Cruces.....	106
Tabla 16. Capacidad instalada Beneficio Las Cruces.....	107
Tabla 17. Factores de Localización del Beneficio Balcanes Coffee States.....	110
Tabla 18. Descripción general del proceso productivo en Beneficio Balcanes.....	111
Tabla 19. Especificaciones Penagos UCBE 1500.....	114
Tabla 20. Especificaciones Penagos DVC 306.....	115
Tabla 21. Capacidad instalada Beneficio Balcanes.....	116
Tabla 22. Cronograma de trabajo revisado.....	120
Tabla 23. Factores de Localización de Beneficio Las Tres Puertas.....	124
Tabla 24. Detalle de las pilas de fermentación.....	138
Tabla 25. Costos de Producción en el proceso de despulpe y fermentación.....	152
Tabla 26. Especificaciones maquina despulpadora.....	153
Tabla 27. Especificaciones máquina - caldera.....	154

Tabla 28. Especificaciones maquinaria de trilla .....	154
Tabla 29. Capacidad instalada en el beneficio.....	155
Tabla 30. Residuos obtenidos para el proceso de Beneficiado de 1 qq/uva de café. (45.36 kg uva) .....	156
Tabla 31. Pilas de captación del sistema de flujo ascendente. ....	159
Tabla 32. Escala fundamental de calificación de criterios.....	166
Tabla 33. Matriz de ponderación de alternativas. ....	167
Tabla 34. Características Beneficiado ecológico vs Beneficiado tradicional. ....	169
Tabla 35. Ficha técnica maquinaria propuesta.....	171
Tabla 36. Presupuesto de Maquinaria nueva. ....	172
Tabla 37. Comparación de consumo de agua por temporada por quintal de café oro. ....	173
Tabla 38. Ahorros monetarios que conllevaría el uso de la maquinaria propuesta. ....	174
Tabla 39. Capacidad calorífica de los principales Subproductos del café.....	176
Tabla 40. Valores de pH para la Producción del Biogás. ....	183
Tabla 41. Presupuesto del sistema planteado.....	184
Tabla 42. Ahorros monetarios que conllevaría la implementación del sistema de biodigestión propuesto. ....	186
Tabla 43. Presupuesto general de la propuesta y ahorro estimado total para el Beneficio.....	188
Tabla 44. Tabla de impacto ambiental.....	192
Tabla 45. Lista para reporte de operación en Beneficio Las Tres Puertas año 2017 (año promedio).....	222

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. James Hill Fundador del Beneficio Las Tres Puertas.....	19
Figura 2. Logo Actual J.HILL y CIA. ....	19
Figura 3. Flores Del Cafeto.....	27
Figura 4. Planta de Cultivo de Bourbon Rojo.....	29
Figura 5. Cafeto de variedad Pacas.....	29
Figura 6. Cafeto de variedad Pacamara. ....	30
Figura 7. Planta Catuaí Rojo.....	31
Figura 8. Planta de Sarchimor.....	31
Figura 9. Planta Catimor T5175. ....	32
Figura 10. Regiones Cafetaleras de El Salvador.....	33
Figura 11. Producción global de café en el año 2018.....	37
Figura 12. Variaciones en los Precios Promedios de Café. ....	41
Figura 13. Pulpa de café como sistema de abono. ....	48
Figura 14. Lombricultura a base de abono generada por Pulpa de café. ....	49
Figura 15. Abono creado a través de compostaje sobre desechos de pulpa de café.....	51
Figura 16. Laguna de oxidación excavada en tierra. ....	57
Figura 17. Sistema básico del filtro anaeróbico de fuljo ascendente.....	59
Figura 18. Plato de “Hojas Verdes al Café.” ....	60
Figura 19. Solomillo marinado en café.....	61
Figura 20. Plato de “Merluza al Café”.....	61
Figura 21. Uso del café como salsa barbacoa.....	62
Figura 22. Bebida “Amor Bandido”. ....	62
Figura 23. Pintura en Artffee. ....	65
Figura 24. Ejemplos de arte del latte. ....	66
Figura 25. Gráfico de Productores Región/Genero. ....	75
Figura 26. Productores por Área cultivada (Manzana).....	76
Figura 27. Exportaciones de café por país destino cosecha 2018/2019.....	81
Figura 28. Diagrama de exportaciones de café por comprador cosecha 2018/2019 .....	83
Figura 29. Cierre de precios del café año 2019, contrato “C” de la Bolsa de N. York .....	87

Figura 30. Ubicación Beneficio Las cruces. ....	102
Figura 31. Vista aérea del Beneficio Las cruces y su detalle.....	103
Figura 32. Ubicación Beneficio Balcanes Coffee States. ....	110
Figura 33. Despulpadora Penagos UCBE 1500 Beneficio Balcanes. ....	114
Figura 34. Despulpadora Penagos DVC 306 Beneficio Balcanes. ....	115
Figura 35. J. Hill y CIA, Santa Ana.....	122
Figura 36. Nuevo logo de la empresa, 2019. ....	123
Figura 37. Vista Panorámica del Beneficio Las Tres Puertas.....	124
Figura 38. Grano café uva.....	126
Figura 39. Bodega producto terminado.. ....	127
Figura 40. Finca Sierra Nevada, Los Naranjos. Finca administrada por J. Hill .....	127
Figura 41. Cultivos de plantas de café en vivero “Almaciguera” J. Hill y CIA. ....	128
Figura 42. Composición del grano de café uva .....	130
Figura 43. Transformación del grano de café .....	131
Figura 44. Bascula electrónica del Beneficio J. HILL y CIA.....	133
Figura 45. Proceso de destara en el pesado por bascula electrónica.....	133
Figura 46. Pilas de recepción y clasificación del café.. ....	134
Figura 47. Conductos separadores de basura.....	135
Figura 48. Despulpadoras.. ....	136
Figura 49. Cribas separadoras.....	137
Figura 50. Fermentación en Pila. ....	138
Figura 51. Pilas de fermentación. ....	139
Figura 52. Proceso de lavado. ....	140
Figura 53. Extracción por flujo ascendente. ....	140
Figura 54. Trolva de extracción del café lavado. ....	141
Figura 55. Patios de secado natural.. ....	142
Figura 56. Esquema del proceso de beneficiado Húmedo.....	145
Figura 57. Sección de limpia de café.....	146
Figura 58. Diagrama de recorrido del proceso productivo. ....	150
Figura 59. Vista Panorámica del Beneficio J. Hill y CIA.....	151
Figura 60. Bodega de café oro exportable. ....	153

Figura 61. Tornillo sin fin que transporta la pulpa desde las pilas. ....	157
Figura 62. Diagrama Causa - Efecto para el problema de desechos.....	162
Figura 63. Unidad de Despulpe y clasificación ecológica UDC 6 -Plus marca PENAGOS. ....	172
Figura 64. Esquema general de un Biodigestor de flujo continuo.....	179
Figura 65. Suministro de diseño de biodigestor en laguna carpada por parte de la empresa Novatio. ....	183
Figura 66. Preparación de laguna en pila de desechos. ....	217
Figura 67. Diseño de carpado de membrana de la laguna. ....	217
Figura 68. Diseño del sistema de biogás dentro del Biodigestor.....	218
Figura 69. Diseño final del biodigestor de laguna carpada.....	218

## INTRODUCCIÓN

El café es uno de los productos más comercializados a nivel nacional, según datos del BCR al cierre de 2018, las exportaciones de café fueron de \$113.40 millones, representando en volumen, un crecimiento anual del 7.7 %, al sumar 35.18 millones de kilogramos enviados al mercado exterior, equivalentes a \$2.53 millones, adicionales frente a los \$32.64 millones de kilogramos exportados en 2017. Sin lugar a dudas, el sector cafetalero sigue siendo uno de los más fuertes en el ámbito comercial del país, a pesar de los pronósticos negativos que se prevén para los próximos años, este rubro sigue dando fuerte entrada a las divisas nacionales y generando impacto social y laboral en el medio salvadoreño.

Por otro lado, los temas ambientales y de austeridad son los principales con los que este producto ha luchado por décadas para subsistir en el medio productivo. En los últimos años son muchos los Beneficios de café que han cerrado operaciones por la falta de un sistema efectivo de manejo de desechos que ayude a reducir el impacto ambiental y que les evite incurrir en grandes multas por parte de los organismos ambientales del país. Ante esta situación, en el occidente del país, han surgido nuevas propuestas de trato de los subproductos del café, por medio de sistemas de máquinas ecológicas y proyectos de uso efectivo de dichos desechos.

El occidente del país es la zona con más producción de café oro en el entorno nacional, además, es la zona donde más impacto ambiental se está generando. La inadecuada disposición final de los residuos que genera esta actividad, son arrojados a las fuentes hídricas o abandonados a cielo abierto, contaminando los cuerpos de agua, suelo y aire en zonas productoras, alterando el equilibrio biológico, como también proliferando la fauna nociva (bacterias patógenas, zancudos, cría de moscas u otras plagas) con alto potencial de crear vectores de enfermedades para las comunidades aledañas a las zonas de Beneficiado.

Las Tres Puertas es uno de los principales Beneficios de Café en el occidente y a nivel nacional. Este beneficio está ubicado en el departamento de Santa Ana y lleva en el ámbito cafetalero por más de 100 años. Es una empresa que año con año exporta café de calidad y que utiliza procesos muy eficientes para la producción de grano Oro de exportación. Si bien, la empresa posee un sistema de manejo de desechos que no dañan gravemente al medio ambiente, durante la temporada de cosecha y maquilado del grano uva, son inmensas cantidades que se generan y que, con un sistema más modernizado y tecnificado, podrían aprovecharse los recursos existentes y generar beneficios a la empresa.

Ante estos antecedentes de generación de desechos: pulpa y aguas mieles, que son los principales desechos generados del café, y ante el impacto negativo que generan sobre el medio ambiente, surge la presente investigación para la implementación de nuevos métodos de Beneficiado y propuestas innovadoras de mejora para los actuales procesos de manejo de desechos en el Beneficio de café Las Tres Puertas, que busca una disminución en el impacto ambiental a través de mejoras a las prácticas de utilización de subproductos.

Este documento es presentado en cinco capítulos, en los cuales se desarrolla su contenido de la siguiente manera:

El Capítulo I, “Generalidades del proyecto”, detalla los antecedentes del estudio y de la institución donde se desarrolló la investigación, que permitieron conocer de manera amplia el problema y así, establecer los objetivos, alcances y limitaciones, que marcan el punto de partida a la resolución del problema planteado.

El Capítulo II, “Marco Teórico”, describe detalladamente cada uno de los elementos de la teoría en los cuales se fundamenta el desarrollo de la investigación. Se incluyen las relaciones más significativas que se dan entre los principales elementos teóricos de todos los procesos que engloban el problema a solventar.

El Capítulo III, “Metodología de la Investigación”, presenta información documental para confeccionar el diseño metodológico del estudio. Este es el conocimiento necesario de la teoría que le da significado a la investigación. Es a partir de las teorías existentes acerca del objeto de estudio, que pueden generarse posibles mejoras a las prácticas de manejo de desechos de empresa.

En esta sección, fue fundamental la evaluación y análisis de otros sistemas de Beneficiado húmedo establecidos por otros Beneficios de café en el país. Esta información es útil en la toma de decisiones al tomar como referencia experiencias y resultados de sistemas modernos y tecnológicos ya implementados.

El Capítulo IV, “Situación actual del Beneficio Las Tres Puertas”, contiene la descripción general del proceso productivo del Beneficio, haciendo uso de diagramas de proceso, documentación fotográfica y observación directa. Contiene información relevante del proceso, como el número de trabajadores contratados en el beneficiado húmedo, además de la descripción de la maquinaria y el consumo de agua utilizada por QQ de café pergamino.

La parte fundamental de este capítulo es el análisis que se presenta del manejo de los residuos del café, tales como la pulpa y el mucilago, ya que servirán de base para la formulación de las propuestas descritas en el capítulo final.

El Capítulo V, presenta la propuesta general formulada a partir del diagnóstico realizado en el capítulo IV. Describe cada fase y su presupuesto correspondiente, para presentar un estimado de la inversión para cada una de ellas.

## **CAPÍTULO I: GENERALIDADES**

### **1.1 Introducción**

Este capítulo contiene las generalidades del trabajo, esto es, que problema es el que se pretende resolver, los objetivos que se cumplirán en el desarrollo de la investigación, los motivos por el cual debe de realizarse y los métodos que serán desarrollados; en sí, este capítulo es un panorama general de lo que se realizará.

Las primeras investigaciones del impacto ambiental de los Beneficios de Café en El Salvador provienen desde 1971 cuando Juan José Marengo Rivas hizo su trabajo de graduación para la escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura (FIA) de la Universidad de El Salvador (UES) “Utilización de las Aguas Mielles del Café y el Extracto de la Pulpa” que estudia los posibles usos del agua miel sin tratar.

El diseño de un trabajo de graduación es una programación coherente y lógica, de una serie de actividades que permiten dar sentido y contenido a la investigación, en la que se sustenta la investigación. La justificación planteada es un modelo teórico que sirve de base, fundamento y orientación al trabajo.

Todo proyecto de investigación necesita establecer las limitaciones o restricciones del estudio y los supuestos en que se basa. Una investigación requiere delimitar con precisión lo que se pretende hacer, e igualmente necesario, delimitar lo que no se pretende hacer.

Lo que el estudio pretende hacer, aparece integrado en la presentación del problema, mientras que lo que no se pretende hacer se integra en la sección denominada limitaciones.

Las limitaciones planteadas reflejan tanto las restricciones como el alcance teórico de la investigación. Los supuestos establecen aquellas condiciones y premisas en que se basa y lleva a cabo la investigación realizada.

## 1.2 Antecedentes

### 1.2.1 Antecedentes de la Institución

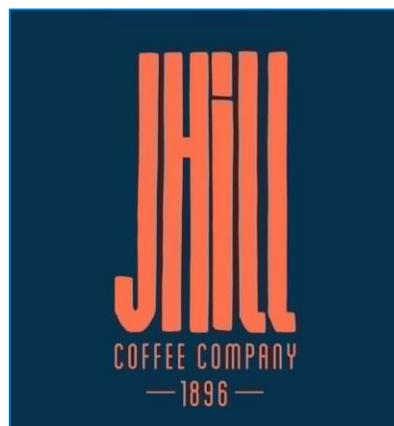


*Figura 1.* James Hill Fundador del Beneficio Las Tres Puertas.

James Hill fundó el Beneficio Las Tres Puertas en 1896 en la ciudad de Santa Ana, cerca del volcán de Santa Ana, cuyos lotes producen granos de café de la mejor calidad.

El Beneficio se encuentra ubicado actualmente en Cantón Zacarías, Barrio San Juan, Calle a Ciudad de los Niños. Tiene una extensión aproximada de 80,000 m<sup>2</sup>, de los cuales 24,000 m<sup>2</sup> son de patios para secado de café y los demás incluyen diferentes áreas como el pesado en báscula, pilas de despulpe y fermentación, talleres, patios para secado de pulpa, planta de tratamiento de aguas, zonas verdes, áreas recreativas, parqueos, oficinas, casa y jardín patronal.

James Hill, fundador de Las Tres Puertas, nacido en Inglaterra, arribó en El Salvador en el siglo XIX, desde temprana edad se dio cuenta que introduciendo nuevas técnicas para el cultivo y procesamiento del café podría exportar granos de café con la mejor calidad internacional, comenzó exportando café por su propia cuenta desde finales del siglo XIX, y poco tiempo después, en 1901, ganó La Medalla de Plata en La Exposición Panamericana, que tuvo sede en Nueva York. Su visión de promover nuevas ideas y métodos para la producción de café en este país incluyó la introducción de la variedad de Bourbon del café Arábica. Su contribución al arte del crecimiento, procesamiento y exportación del café fue tan espectacular que en mayo de 1948 fue galardonado con “El Diploma al Mérito Agrícola Cafetalero” por La Federación Cafetalera de Centro América y México. Con más de 110 años de experiencia en la producción de especialidades de café, Las Tres Puertas ha impuesto siempre los estándares por los cuales el café se considera de la mejor calidad.



*Figura 2.* Logo Actual J.HILL y CIA.

Actualmente se manejan estrictamente 4 certificaciones: Organics, Rainforest, Café Practices y el salvadoreño 100% Bourbon.

### **1.2.2 Antecedentes del estudio**

Como base para iniciar el proceso de documentación y análisis de información, se ha consultado estudios realizados anteriormente relacionados al tema de investigación, los cuales permiten tener un acercamiento con los avances relacionados a las prácticas encaminadas a reducir el impacto ambiental por los procesos de beneficiado de café, las circunstancias de los estudios realizados en otros países productores de café y la información que ya ha sido recabada por otros investigadores, entre los cuales tenemos:

- Artículo de investigación: “Identificación de impactos ambientales relacionados con el proceso de beneficio húmedo del café”, Colombia, por Eliana Yuliet Urquijo, UMNG.
- Artículo: “Impacto ambiental en el cultivo y procesamiento del café y su repercusión social” por Dra. Noarys Pérez Díaz, del Dpto. de química de la Universidad Pinar del Rio, Cuba.
- Tesis de pregrado: “Estudio para la identificación y caracterización de posibles subproductos a desarrollar en los bosques del sustento del cafetal” desarrollada por Lidia Angélica Morán Gutiérrez y Edgar Fabricio Menjívar León de la Universidad José Matías Delgado.

### **1.3 Planteamiento del problema**

En el beneficiado de café húmedo tradicional se consume grandes volúmenes de agua y casi el 80 % del fruto extraído en el despulpe se considera de poco o nulo valor económico y es designado como desecho. La pulpa y el mucilago (aguas mieles) son los dos desechos que aquí se producen, estos reposan en el Beneficio durante toda la temporada acumulándose día con día, generando malos olores y contaminación al ambiente, aunado a esto, los grandes problemas sociales que esta situación trae consigo.

El mucilago es depositado en fosas de captación, generando olores desagradables y contaminación en el ambiente. Las aguas residuales generadas tienen generalmente alta carga orgánica y un PH ácido. En la mayoría de las operaciones del beneficiado húmedo se utiliza agua como medio o agente de transporte y clasificación, dependiendo del volumen de agua que se utilice y de las características del grano, así variará el nivel de concentración de PH. Al descargar inadecuadamente las aguas residuales del Beneficio (sin un tratamiento adecuado), se contaminan suelos, mantos freáticos y fuentes de agua naturales. Todo esto debido a que las aguas residuales del beneficiado húmedo de café contienen alta carga orgánica, pH ácido, sólidos disueltos, sólidos sedimentables, entre otros.

A lo anterior se agrega el incontrolable crecimiento poblacional que obliga a familias a residir en las cercanías del Beneficio, siendo ellas las afectadas directas de la contaminación, que podría originar enfermedades o simplemente el desagradable olor que genera la pulpa del café.

Las Tres Puertas necesita un análisis de las prácticas industriales que utilizan, con el fin de realizar mejoras continuas y lograr así un equilibrio óptimo entre producción y medio ambiente. Es necesario prestar atención a los residuos generados por los Beneficios de café, porque un mal manejo de dichos desechos conduce a una contaminación masiva en la naturaleza, dejando residuos en grandes cantidades que únicamente se van acumulando y dañando los recursos existentes en el medio ambiente. Es deber de las empresas en mención crear la posibilidad de reciclar y reutilizar los residuos generados y así contribuir al cuidado del medio ambiente y a la población.

## **1.4 Objetivos de la investigación**

### **1.4.1 Objetivo general**

Elaborar un diagnóstico de la situación actual del Beneficio Las Tres Puertas de Santa Ana, de los procesos industriales que se emplean, la tecnología utilizada y crear una propuesta de mejora a dichos procesos para hacerlos menos contaminantes.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- ✓ Conocer las diferentes técnicas de producción que existen en el proceso de beneficiado de café, identificando los desechos y tratamientos que se utilizan.
- ✓ Identificar oportunidades de mejora en los procesos, para mitigar el grado de contaminación que generan.
- ✓ Identificar dentro de las normas ambientales, con cuales cumple e incumple el Beneficio y los requerimientos mínimos para no contaminar el medio ambiente.
- ✓ Elaborar un presupuesto para la propuesta generada.

## **1.5 Justificación**

El Beneficio Las Tres Puertas se encuentra cerca de una gran cantidad de población que vive en sus alrededores, los cuales son afectados con los desperdicios que se generan producto del beneficiado del café, por lo que, al realizar el estudio de mejora de procesos, se busca poner a disposición prácticas industriales que ayuden a disminuir el impacto ambiental que tiene su proceso en todo su entorno, ya que los recursos naturales son finitos y es necesario protegerlos. Para ello, se debe analizar el proceso de beneficiado de café actual y buscar propuestas de mejoras más amigables con el medio ambiente y que generen beneficios a la población que habita en zonas aledañas.

El agua utilizada para el despulpe y el lavado del café uva se convierten en aguas residuales, y estas contaminan mucho al medio ambiente. Además, se tienen otros desechos de café como Pulpa, Mucílago y cascarilla. Al proponer formas de disminuir estos residuos, o encontrarles usos alternos, esto representaría un gran beneficio al medio ambiente y a la calidad de vida de la población, ya que constituyen una fuente de grave contaminación y problemas ambientales. Siendo esta una razón de gran peso para responsabilizarnos por el cuidado y protección del medio ambiente, y por ello es que se considera que se hará un aporte importante a la sociedad salvadoreña con la realización de este estudio.

Además, el estudio representa la oportunidad de poner en práctica los conocimientos y experiencias adquiridas durante la formación en la carrera de Ingeniería Industrial, planteando una solución viable a una realidad problemática con procesos que sean amigables con el medio ambiente, tal como debería ser en todos los tipos de industrias del país.

## **1.6 Alcances globales**

En el estudio llevado a cabo en la empresa se plantearon los siguientes alcances:

1. Identificar y conocer el proceso productivo que utilizan actualmente y las prácticas industriales para el beneficiado húmedo/seco del café.
2. Identificar los diferentes procesos productivos, propios de cada uno de los ellos.
3. Realizar un diagnóstico de las prácticas industriales que se realizan y su repercusión al medio ambiente.
4. Sugerir cambios en los procesos de beneficiado necesarios para reducir la contaminación, logrando un mayor aprovechamiento de los recursos, tomando en cuenta el volumen de producción y la capacidad de producción con el que se pretende trabajar.
5. Definir propuestas de diseños de sistemas para el manejo de residuos sólidos y líquidos resultantes del beneficiado húmedo del café.
6. Establecer el presupuesto de la propuesta y sus fases, así como también las ventajas que conlleva la puesta en marcha de dichas fases.

## **1.7 Limitaciones**

No se cuenta con estudios previos realizados en el Beneficio Las Tres Puertas de Santa Ana, enfocados a la protección del medio ambiente y a reducir los efectos de la contaminación en las comunidades aledañas; sin embargo, si se cuenta con información de fuente primaria que contribuya a mejorar el contenido de este trabajo y estudios realizados en otros países de la región que producen café.

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Introducción**

El café se encuentra representado por un número considerado de especies que crecen en estado silvestre, donde el mayor número de estas se encuentra en el Continente Africano, y las menos numerosas en el Continente Asiático. En América, el café está representado por el género “Coffea Arábica” que se especula es el resultado del cruce de dos especies de las tierras bajas. El continente americano ha sido gran participante en el comercio mundial del café en los últimos años.

Dentro del plan de diversificación que ofreció el Gobierno de España a El Salvador, se desarrolló en el país el cultivo del café, el cual se introdujo un siglo después del arribo de los españoles en América; es de mencionar que en la época colonial ya se producía café en El Salvador. Estos datos y demás características son planteadas en este capítulo I.

Se describen todas aquellas generalidades sobre el café: sus antecedentes históricos de manera general, variedades a nivel mundial, procesos de comercialización, se plantea la importancia que tiene el cultivo del café en los grandes sectores de El Salvador, mencionando así las principales regiones en donde se cultiva y describiendo además, las principales generalidades y aspectos relevantes sobre los Beneficios de Café que han sido objeto de estudio en los últimos años, también se describen las practicas industriales del beneficiado húmedo a nivel mundial, es decir las buenas prácticas que conllevan a reducir la contaminación del medio ambiente a partir de los desechos como la pulpa y el mucilago.

## 2.2 Generalidades del cultivo de Café

Los cafetos son arbustos de las regiones tropicales del género *Coffea*, de la familia de los rubiáceos. Tienen hojas persistentes y opuestas y bajo un poco de sombra crecen mejor, Necesitan temperaturas suaves. Comúnmente se cultivan en las regiones tropicales y ecuatoriales, donde siempre es primavera o verano. La época de floración es al comienzo de la temporada de lluvias; sus flores son blancas y perfumadas. Después de ocho o nueve meses aparecen los frutos que son bayas rojas, brillantes y carnosas que asemejan a las cerezas. Con cada lluvia florecen, razón por la cual se pueden encontrar flores, frutos verdes y frutos maduros simultáneamente, por lo que se debe tener mucho cuidado al recoger los frutos.

Los frutos son carnosos, rojos o púrpuras, rara vez amarillos. Se conocen como cerezas de café; tienen dos núcleos, cada uno de ellos con un grano de café. El grano de café es la semilla de la planta, que se encuentra en el interior de la baya. La baya contiene dos semillas envueltas por una membrana semirrígida transparente, llamada pergamino, que es la pared del núcleo, y un mesocarpio rico en mucílago, que es una capa de pulpa azucarada. Una vez retirado, el grano de café verde se observa rodeado de una piel plateada adherida, que se corresponde con el de la semilla.<sup>1</sup>

Aunque la imagen de las plantaciones de café (las llamadas "zonas cafeteras") se asocie a menudo con la de inmensos terrenos que se pueden encontrar en diversos países, la producción



Figura 3. Flores Del Cafeto.

mundial de café proviene, alrededor de un 70 %, de explotaciones principalmente familiares de superficie inferior a diez hectáreas, incluso generalmente por debajo de cinco hectáreas.

Al tratarse de pequeños agricultores, el cultivo del café da trabajo a un enorme número de personas, ya que la recolección, muy raramente mecanizada, requiere un tiempo de mano de obra importante que constituye la parte fundamental del coste de producción. Así pues, solo en Brasil, se estima que hay alrededor de 220 000 plantaciones de café que le dan trabajo a más de 3.5 millones de personas.

---

<sup>1</sup> León, Jorge (2000). "Café arábigo". Botánica de los cultivos tropicales (2 edición). Agroamérica. pp. 194-199

Un cafeto joven necesita tres a cuatro años para comenzar a producir frutos, alcanzando su mayor productividad a los seis u ocho años. A continuación, el arbusto puede vivir numerosas décadas, pero es comercialmente viable solo hasta los veinticinco o treinta años. La copa se rebaja para evitar un excesivo desarrollo en altura.

Las plantaciones pueden hacerse completamente al descubierto, lo que facilita la organización de las operaciones de cultivo y aumenta la producción frutal al aprovechar al máximo la radiación solar, siempre y cuando no haya otros factores limitantes como la fertilidad del suelo, la disponibilidad de agua, entre otros; sin embargo, tiene la desventaja de disminuir la longevidad de la planta y de requerir fertilizantes y pesticidas. Por otra parte, las plantaciones pueden hacerse a semisombra (se habla de café de sombra), lo que mejor se corresponde con la autoecología de la especie, pero reduce la productividad y complica la gestión. Hay numerosos métodos de cultivo de sombra, desde la plantación directa en bosque hasta combinaciones de árboles de refugio cortados en función de la fase de fructificación de los cafetos o hasta sistemas de policultivo. Las plantaciones de sombra inducen generalmente una mejor biodiversidad, aunque muy variable en calidad según los sistemas empleados y en relación al estado inicial natural.

### 2.2.1 El café y sus variedades.

Actualmente existen alrededor de 100 especies de cultivos de café, de las cuales 66 pertenecen al género *Coffea* L. De todas las especies, solamente se cultivan 4 y dos de ellas han sido descritas como las más importantes, porque corresponden a más del 90% de la producción mundial: *Coffea arábica* y *Coffea Robusta*.

- **Coffea Arábica:** El café arábico, representa aproximadamente el 75% de la producción mundial de café y se considera como el de más alta calidad; por eso es generalmente más caro. Se cultiva en América Central, Sudamérica y en países africanos como Etiopía, Tanzania y Kenia. Los frutos son redondos, suaves, levemente agrios, color achocolatado, de corteza lisa e intenso perfume. El cultivo del cafeto arábica está reservado a tierras altas de montaña, entre 900 y 2000 msnm. Originario de Etiopía (5.2 %), hoy en día los diez países con mayor producción son: Brasil (38.7 %), Vietnam (21.66 %), Indonesia

(9.2 %), Colombia (8.58 %), India (4.09 %), Perú (3.31 %), Honduras (3.31 %), México (3.07 %) y Uganda (2.83 %).<sup>2</sup>

- **Coffea Robusta:** Ofrece una bebida rica en cafeína; fuerte y más ácido, usualmente usado para la fabricación de café soluble o instantáneo y mezclas. El robusta se adapta a terrenos llanos, con rendimientos más elevados. Originario del Congo Belga (actualmente República Democrática del Congo), hoy en día se cultiva en Costa de Marfil, Angola, Madagascar, la República Democrática del Congo, India, Indonesia, Brasil y Filipinas. Es más resistente que el arábigo (de ahí su nombre “Robusta”).

El café salvadoreño en casi su totalidad es de tipo “Coffea Arábica”, el cual es una especie bastante propicia a la región para la producción de café y una de las de mayor antigüedad en Centroamérica.

En el Salvador el 93% del café que se exporta es café lavado y solo el 7% es sin lavar (verdes y pepenas).

Entre las principales variedades se encuentran:

1. **BOURBON ROJO:** Es una planta que surge como mutación espontánea del "Coffea Arábica", de tamaño promedio alto, coloración del brote terminal verde, sus laterales de buen vigor y entrenudos largos. La altura recomendada para el cultivo es arriba de los 1,000 metros sobre el nivel del mar, en zonas de media altura y estricta altura. El bourbon presenta una productividad promedio entre 24.40 y 55.15 quintales oro por manzana.
2. **PACAS:** Se originó de una mutación del Bourbon tradicional,



Figura 4. Planta de Cultivo de Bourbon Rojo.



Figura 5. Cafeto de variedad Pacas.

descubierta en 1,949 en la finca San Rafael, cantón Palo Campana (Volcán de Santa Ana), departamento Santa Ana, propiedad de la familia Pacas. En esa época la planta llamó la atención de los caficultores por su aspecto morfológico compacto y la llamaron de varias formas: “Híbrido de Arábigo” con San Ramón, Cafeto del Norte y Cafeto del Viento, posteriormente se le asignó el nombre variedad Pacas, en honor al

<sup>2</sup> CSC. (2019). Estadísticas Cafetaleras. El Salvador: Consejo Salvadoreño del Café

apellido de la familia en cuya propiedad se identificó la variedad. En el año 1,960, el ISIC<sup>3</sup> inició el estudio del Pacas, con el objetivo de observar las diferencias morfológicas con respecto a los cultivares Caturra Rojo (Brasil) y Villa Sarchi (Costa Rica), concluyendo que genéticamente son similares.

La variedad Pacas está distribuida en el 27% del total del país. Sus principales características son: Porte bajo, con ramas laterales que forman un ángulo de 45 grados. Follaje abundante, hojas de color verde oscuro con brillo y ligeramente consistentes y entrenudos cortos que le dan un aspecto compacto. Tolerancia a los problemas de sequía, viento y sol. El fruto es de color rojo, de excelente calidad de bebida. Se adapta mejor a altitudes de 500 a 1,000 msnm y tolera suelos de baja capacidad de retención de agua.

3. **PACAMARA:** En el año 1,958 el ISIC inició los trabajos de mejoramiento genético del café a través del proceso de hibridación, utilizando como progenitores la variedad Pacas y Maragogipe Rojo<sup>4</sup>. El procedimiento de este trabajo hecho en El Salvador, consistió en la selección individual por planta hasta obtener plantas madres que dieron origen a nueve líneas, las que, por su aspecto fenotípico, producción, rendimiento, tamaño de fruto y adaptabilidad, fueron materia de interés continuando con su evaluación en diferentes áreas cafetaleras del país, hasta llegar a formar una mezcla física de las líneas seleccionadas y así obtener una nueva variedad denominada Pacamara.



Figura 6. Café de variedad Pacamara.

El café de la variedad Pacamara, además de su estructura fisiológica que trae beneficios para el medio ambiente, es un producto que por su alta calidad se está cotizando cada vez más en los mercados más exigentes, proveyendo a los productores una mayor rentabilidad y ofreciendo beneficios adicionales a la sociedad, convirtiéndose en un ejemplo de innovación y creatividad dentro del sector cafetero de la región.

4. **CATUAÍ ROJO:** Es originaria de Brasil y es el resultado del cruce Caturra Amarillo<sup>5</sup> por Mundo Novo<sup>6</sup>. Fue introducida al país en la década de los años setenta, pero antes de

---

<sup>3</sup> ISIC: Instituto Salvadoreño de Investigación del Café; hasta el año 1982. Actualmente no operando.

<sup>4</sup> Café originario de África, es un café de alta altura.

<sup>5</sup> Variedad originaria de Brasil. Es una mutación de Bourbon, de porte bajo.

<sup>6</sup> Café originario de Brasil, es un café de alta altura.

liberarla, el ISIC inició, un proceso de evaluación y selección, obteniéndose muy buenos resultados en adaptabilidad, rendimiento y calidad de bebida.

Sus características principales son: Planta vigorosa de porte bajo, menos compacta y más alta que la variedad Pacas.

Laterales largos y entrenudos cortos, con abundante ramificación y tendencia a la formación de crinolinias (palmillas), con hojas ligeramente redondeadas y brillantes, brotes y hojas de color verde. Alta capacidad productiva, con fruto de color rojo y/o amarillo y de excelente calidad de bebida, incrementando sus cualidades gustativas cuando es cultivado en condiciones de estricta altura. Las condiciones



Figura 7. Planta Catuaí Rojo.

óptimas de altitud para su cultivo inician desde 600 hasta 1,200 msnm.

5. **SARCHIMOR:** Esta es una variedad de café que se deriva del cruce entre la variedad Villa Sarchí y el Híbrido de Timor. Estos materiales en general presentan resistencia o alta tolerancia a la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*), lo mismo que características agronómicas y productivas muy sobresalientes.<sup>7</sup>

La variedad Sarchimor tiene un origen común con el material denominado café Uva, denominado así por el color rojo oscuro intenso que adquieren sus frutos cuando la maduración se encuentra en su punto óptimo.

Las plantas de la variedad Sarchimor son de porte bajo, las hojas jóvenes son de color verde, los frutos son grandes, de color rojo intenso y con maduración precoz;



Figura 8. Planta de Sarchimor.

producción alta, bien adaptado en zonas de baja y media altura. Los estudios de taza en zonas altas indican excelente calidad organoléptica, similar a los estándares de variedades del Bourbon, además de ser plantas de porte bajo, posee adaptabilidad amplia.

<sup>7</sup> Cafeicultura; Revista “el cafetal”, Variedades de café resistentes a la roya; Anacafé.

**6. CATIMOR T5175:** Planta de alto rendimiento adaptada a las altitudes más bajas. Requiere alta fertilización. Variedad no homogénea. Cruce entre el café Híbrido de Timor con Caturra. Es un café de selección Pedigree (selección de plantas individuales a través de generaciones sucesivas) realizada por el Instituto del Café de Costa Rica (ICAFFE). Altamente susceptible al Ojo de Gallo (Hongo que ataca en el haz de las hojas pequeñas, provocando la aparición de manchas de color café oscuro y la pérdida del follaje de la planta, que se debilita y disminuye su producción). Por su bajo potencial de calidad, se recomienda utilizar otros materiales. T5175 es heterogénea, y es estable de una a la siguiente generación.



Figura 9. Planta Catimor T5175.

### 2.2.2 Principales Regiones Cafetaleras en El Salvador.

En el salvador se encuentran aproximadamente 165,000 hectáreas las cuales son dedicadas al cultivo de café, esto significa que cerca del 12% pertenece a la tierra cultivable.

Algunas de las zonas con mayor auge en Cultivo de Café son:

- Cordillera Apaneca - Ilamatepec.
- Cordillera Quetzaltepec - Bálsamo.
- Cordillera Chichontepec.
- Cordillera Tecapa - Chinameca.
- Cordillera Cacahuatique.
- Cordillera Alotepec - Metapán.

Esta tierra se divide en 7 de los 14 departamentos de la región, en la actualidad donde más se representa este cultivo es en las zonas occidentales y central. Los principales son:

- I. Santa Ana en una proporción del 34% de la producción,
- II. En Ahuachapán el 17%,
- III. En Sonsonate un 10%,
- IV. La Libertad presenta el 21%,

V. Y Usulután presenta el 6%.

Mayormente, se cultiva el café en las zonas de San Miguel, con un total de 10% del total de producción del país.

Con estas zonas se llega a presentar el total del cultivo de café en El Salvador que se produce en el país, llegando a ser mucho menor que en épocas pasadas, donde el salvador era el principal exportador de café de todo Centroamérica.

Esto ha disminuido por parte de la sobrepoblación que está ubicándose en lugares de área boscosa, lo cual llega a ser un gran daño a la biodiversidad del país, afectando a los suelos y provocando que las tierras pierdan sus nutrientes. El café necesita tierra llena de nutrientes y húmedas, lo que es muy difícil de conseguir en ciertos periodos del año.

Cabe mencionar que El Salvador ha estado recuperando las exportaciones y el cultivo de café, ya que por naturaleza es un país cafetalero, además, se están presentando proyectos que ayudarán a recuperar gran parte de terrenos donde se cultivará el café en perfectas condiciones y así recuperar el primer lugar de producción de café de calidad en la región centroamericana.

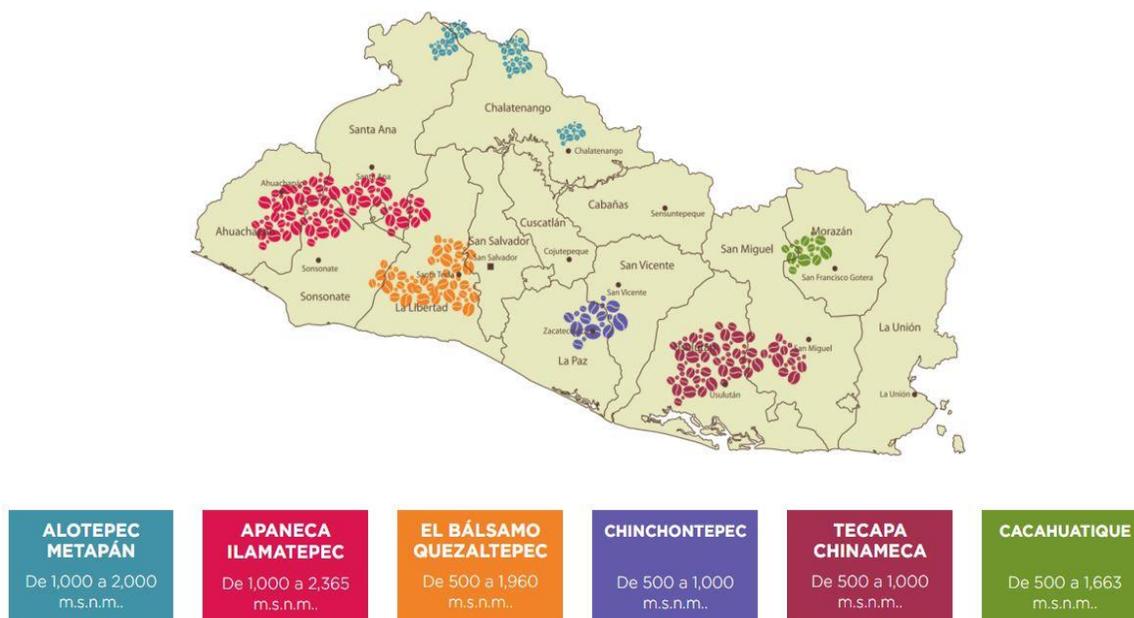


Figura 10. Regiones Cafetaleras de El Salvador. Fuente: COEX S.A

## 2.3 Industria del Café a nivel Mundial

A nivel mundial se estima en 125 millones el número de personas que vive del cultivo del café, incluyendo los 25 millones de pequeños productores, y cada año se beben alrededor de 400.000 millones de tazas de café, lo cual refleja los importantes intereses económicos y sociales que figuran alrededor del cultivo del café.

Es una industria donde usualmente los precios son bajos y los productores se encuentran totalmente vulnerables al mal clima, pestes, entre otros factores que debilitan la producción del café.

En el entorno gastronómico mundial, el café cuenta con alta popularidad como bebida, los diferentes atributos de una taza de café son apreciados y dependen principalmente de la variedad de café cultivada, clima y del proceso de beneficiado del grano, que son diferentes aun en cada país productor

### 2.3.1 Prácticas generales a nivel Mundial en la industria del Café

Al referirnos a buenas prácticas en la industria del café, los diferentes países buscan realizar sus procesos y que estos no destruyan las fuentes hídricas, los bosques cafetaleros y naturales, producir café de calidad que este a la altura de las exigencias del paladar de los países compradores de café y que la producción sea de manera sostenible.

Para lograr esto, el enfoque de las organizaciones mundiales referentes al café y las de cada país es aprovechar los subproductos del café y a la vez reducir el consumo de agua que es considerado en el planeta como un recurso limitado.

- **El despulpado sin agua:** es el proceso que utilizan los grandes países productores, debido principalmente porque la mayoría de estos países están regidos por normas y regulaciones estatales referentes al uso del agua, y por ello es necesario ahorrar agua, asimismo por las rígidas regulaciones ambientales en aras de proteger de contaminación las microcuencas cercanas a los beneficios de café.
- **Despulpado recirculando agua:** Se utiliza y recomienda para los despulpadores tradicionales cuya estructura básica cuenta con clasificadores de cereza (sifones) que consumen altas cantidades de agua y tienen poca diferencia de altura entre las estructuras. En los países donde los productores no cuentan con la capacidad

económica para invertir en maquinaria, se anexan tanques receptores, una bomba centrífuga y tubería que retorna continuamente el agua.

- **Desmucilaginado:** La separación del mucilago puede realizarse por tres métodos diferentes:
  - ✓ **Fermentación natural o enzimática:** El mucilago se hidroliza debido a la degradación de las pectinas, lo cual ocurre por la presencia de enzimas y una serie de microorganismos que participan como bacterias, hongos y levaduras. Es altamente eficiente (6 -15 horas) cuando el despulpado es sin agua.
  - ✓ **Fermentación química:** Similar al Desmucilaginado natural con la diferencia que para acelerar el proceso de fermentación se le adicionan sustancias químicas como Hidróxido de Calcio  $\text{Ca}(\text{HO})_2$ , Sulfato Ferroso ( $\text{SO}_4 \text{FE}_2$ ), Cloruro de Calcio ( $\text{Ca Cl}_2$ ), este proceso requiere mayores cuidados en las disoluciones, en el lavado y el agua a tratar y requiere personal altamente especializado.
  - ✓ **Desmucilaginado mecánico:** Realizado por un rotor que hace girar los granos, hasta causar el desprendimiento del mesocarpio como producto de la fricción entre los granos teniendo el mucilago prácticamente puro para su posible uso en la medicina (uso de pectinas).
- **Uso y manejo del endocarpio:** Es producto del trillado del café y su destino generalmente es servir como fuente de energía para producir calor y secar artificialmente el café en una proporción 1:1, el uso de este disminuye notablemente la presión sobre los boques por el uso de la leña, asimismo también ahorra al prescindir de derivados del petróleo para producir calor.
- **Manejo del exocarpo:** El exocarpo es el principal derivado de la industria del café el cual es el 40% del peso fresco de la cereza, es utilizado ampliamente como suplemento nutricional en la obtención de plántulas de viveros de café utilizando entre un 20% – 30% de pulpa ya transformada en abono orgánico, mezclado con tierra y otros nutrientes. Utilizada también para el cultivo de lombrices rojas o lombricultivo, específicamente la especie *Eisenia foetida*, conocida también como lombriz roja californiana, esta lombriz alrededor de 8 semanas en lechos de pulpa produce excelente compost, del cual se obtiene abono con altos contenidos de materia

orgánica (17.94%) y contenidos de potasio (0.40%), calcio (0.37%) y magnesio (0.17%) suficientes para la obtención de plantas sanas y vigorosas, siendo utilizado como complemento en la fertilización de la industria cafetalera u otras actividades agrícolas.

- **Manejo de aguas residuales:** Producto del lavado y la fermentación natural, siendo los residuos de la fermentación del mucilago los responsables del alto grado de contaminación por su elevada carga orgánica y acidez (entre 3 y 3.2 de pH).

### 2.3.2 Estadísticas Económicas

Al finalizar el año 2018, el empleo en el sector cafetalero tuvo un aumento del 4.5% según el informe de estadísticas cafetaleras a junio del 2019 del Consejo Salvadoreño del Café (2019), lo que equivale a 2,080 empleos. Durante el 2018 el sector generó 45,271 empleos, esta cifra es aún inferior a los 86,500 empleos que se generaron entre la cosecha 2012-2013, cuando el sector sufrió la crisis de la roya que redujo la producción de 1.7 millones de quintales a 700,025 de unidades.

Las exportaciones reportadas por el Consejo Salvadoreño del Café a junio del 2019 evidencian una caída de 585,338 respecto a 760,778 del año 2018, siendo menor el precio promedio (\$135.38) del quintal del año 2019 respecto al del año anterior (\$149.81).

Sobre el área cafetalera del país, el informe final de las estadísticas cafetaleras revela que El Salvador cuenta con 197,955 manzanas de cultivo y 23,293 productores registrados, de las cuales únicamente 59,386 han sido renovadas, lo que presenta un avance del 30% en la renovación del parque cafetalero salvadoreño.

Según la Organización Internacional del Café (OIC) El Salvador es el país que menos produce café de la región centroamericana, José Sette director ejecutivo de OIC comentó que la producción de la caficultura de El Salvador ha decaído en los últimos años,

La recuperación del parque cafetalero tiene un papel fundamental para “El Acuerdo de Café”, el cual consiste en la cooperación entre el órgano Ejecutivo, productores y diputados de ARENA y del FMLN para la mejora y aprovechamiento del sector cafetalero del país. El acuerdo contempla el manejo de \$300 millones para la renovación y reestructuración de la deuda cafetalera, administrados por el Fideicomiso de Apoyo a la Producción del Café.

Por parte del Gobierno, este suscribió un préstamo por \$86 millones con el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), de los cuales \$40 millones provienen de la institución financiera y los otros \$40 millones eran financiados por el Fondo de Cooperación y Desarrollo Internacional (ICDF), de Taiwán. Además de \$6 millones de fondos no reembolsables, otorgados para mejorar el parque cafetalero.

### 2.3.3 Producción de café a nivel mundial

El motor económico de muchos países del trópico es el café, producto incluido entre los más comercializados del mundo, y entre las bebidas más consumidas del mundo moderno, De acuerdo con cifras de la Organización Internacional de café (ICO, por sus siglas en inglés) en el año 2018 la producción total de los países exportadores de este grano fue de 168,09 millones de sacos de 60 kilogramos. En el top 10 de los países con mayor producción, según las cifras que unificó Statista, basado en información de ICO el liderazgo fue para Brasil con 61,7 millones de sacos con un alza de 17%.

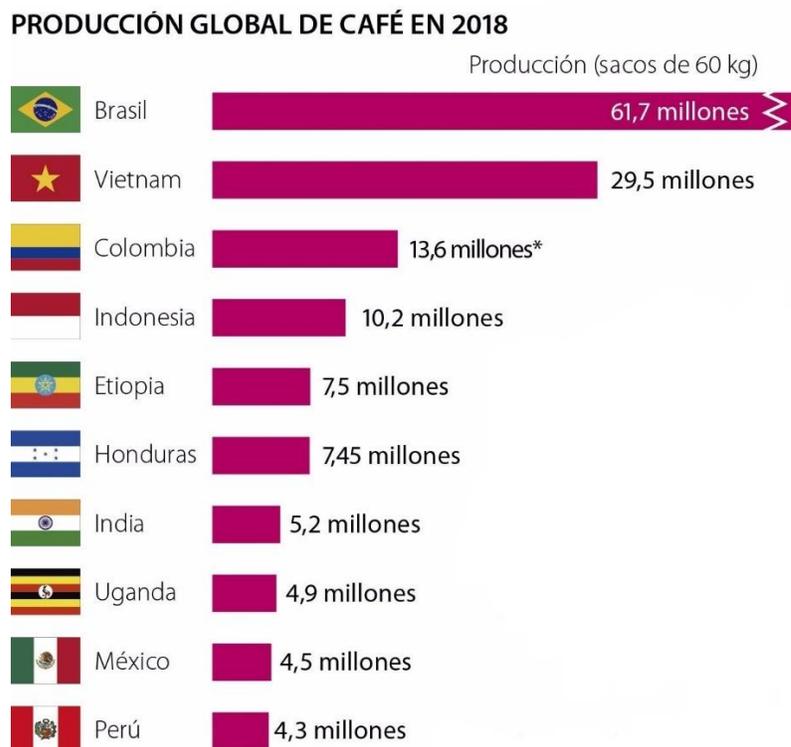


Figura 11. Producción global de café en el año 2018. Fuente: International Coffee Organization, 2018

En el listado por región es preciso mencionar que, aunque Colombia ocupa el segundo lugar, el que mejor crecimiento tuvo en 2018 comparado con 2017, después de Brasil, fue Bolivia con un alza de 7,4% y la única nación que tuvo registros negativos fue Venezuela que cayó 1,8%.

“La cosecha de Brasil será menor en el año 2019, pero no alivia la crisis de precios”: FNC de Brasil. En el mercado brasileño, la Federación Nacional de Cafeteros (FNC) aseguró que durante el presente año los precios podrían presentar un alza significativa debido a la reducción de su producción de granos, pero si bien, sería compensada con los sectores colombianos y venezolanos que están en crecimiento.

En la segunda posición se encuentra Vietnam con 29,5 millones, seguido de Colombia con casi 14 millones, Indonesia con 10,2 millones y Etiopía ocupa la quinta posición con 7,5 millones. De estos, los únicos con variación positiva fueron Colombia con 2,7% y Etiopía con 0,6%.

Brasil es el exportador más grande con 29% de la totalidad de exportación. Vietnam y Colombia también son grandes exportadores con 16 y 11% de las exportaciones del mundo, respectivamente. El café Arábica se distingue como suave, y se vende como café suave de sus países de origen. Una menor cantidad (aprox 20%) del café Arábica de Colombia, Costa Rica, Guatemala y México se vende como “Café gourmet”.

El rendimiento promedio mundial está alrededor de 0.9 t/ha, pero con producción más intensa como en Brasil, Vietnam, Costa Rica, Colombia y Guatemala, el promedio sube a 1 – 1.4 t/ha de café oro. El promedio nacional de café Robusta en Vietnam ese de 2 t/ha.

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.

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.

## 2.4 Situación actual del café en El Salvador

La realidad de cada país es distinta, pues existen múltiples diferencias que se reflejan en las cantidades exportadas y el precio de venta promedio del grano al mercado extranjero.

“Durante 2018, Honduras fue el país que lideró las exportaciones centroamericanas con \$1.174 millones, seguido de Nicaragua con \$366 millones, Guatemala con \$641 millones, Costa Rica con \$304 millones, El Salvador con \$115 millones, y Panamá con \$10 millones.” (CentralAmericaData, 2019)

Respecto a los precios a los que fueron transados en 2018, precisa la plataforma de información que en promedio el kilo del café vendido desde Panamá fue el más caro, al ascender a \$5.23 cada kilo, seguido del exportado desde Costa Rica al venderse a \$4.10 el kilo, y el grano producido en Guatemala y El Salvador se vendió \$3.23 el kilo.

Respecto a la situación que viven empresarios del sector en El Salvador, afirma ACAFESAL<sup>8</sup> (2019) "...el funcionamiento del mercado no es justo para los productores pues el precio de referencia, el Contrato “C” de Nueva York, se establece de acuerdo las interacciones de inversionistas que lo único que les interesa es que su dinero produzca más”.

La situación reportada en El Salvador es dramática.

El costo de producción de un quintal lo estiman en \$150.00, que incluye pagar por transformar el café de uva a oro exportable, la recolección, los manejos agrícolas y los impuestos. Sin embargo, obtienen entre \$35.00 y \$40.00 por quintal, después de entregar al beneficio, que es quien transforma el café, el costo de este proceso puede rondar los \$60.00 por quintal, pero varía según el beneficio o la cooperativa. Según la gremial el 92 % de los productores está en esta situación pues dependen del precio de la bolsa y no venden cafés especiales. (ACAFESAL, 2019)

Las estadísticas de producción anuales y sus variaciones en precios son las siguientes:

Tabla 1.

### *Producción Anual de Café.*

AÑO CAFETERO	PRODUCCIÓN EN QQS ORO UVA*
2009/2010	1500,306.00
2010/2011	2614,000.00

<sup>8</sup> ACAFESAL: Asociación Cafetalera Salvadoreña.

2011/2012	1624,211.00
2012/2013	1730,000.00
2013/2014	700,025.00
2014/2015	925,160.00
2015/2016	784,740.00
2016/2017	845,600.00
2017/2018	905,425.00
2018/2019*	936,950.00

Fuente: CSC.

\*Datos preliminares al 30 de abril de 2019

Tabla 2.

*Estadísticas de Precios en El Salvador.*

AÑO	Precio Máximo US\$/QQ	Precio Mínimo US\$/QQ	*Promedio Anual US\$/QQ	Precio Negocio US\$/QQ	Precio Diferencia US\$/QQ
2011/12	\$250.80	\$149.20	\$194.02	\$225.86	\$31.84
2012/13	\$183.65	\$111.05	\$136.38	\$164.51	\$28.13
2013/14	\$212.45	\$101.50	\$157.71	\$169.32	\$11.61
2014/15	\$221.90	\$115.45	\$150.02	\$199.05	\$49.03
2015/16	\$156.80	\$111.60	\$129.20	\$173.40	\$44.20
2016/17	\$174.35	\$113.45	\$140.51	\$175.61	\$35.10
2017/18	\$132.20	\$95.85	\$117.65	\$149.97	\$32.32
2018/19*	\$122.55	\$93.85	\$103.67	\$139.77	\$36.10

Fuente: CSC.

\*Datos preliminares al 30 de abril de 2019

Datos al 30 de abril de 2019

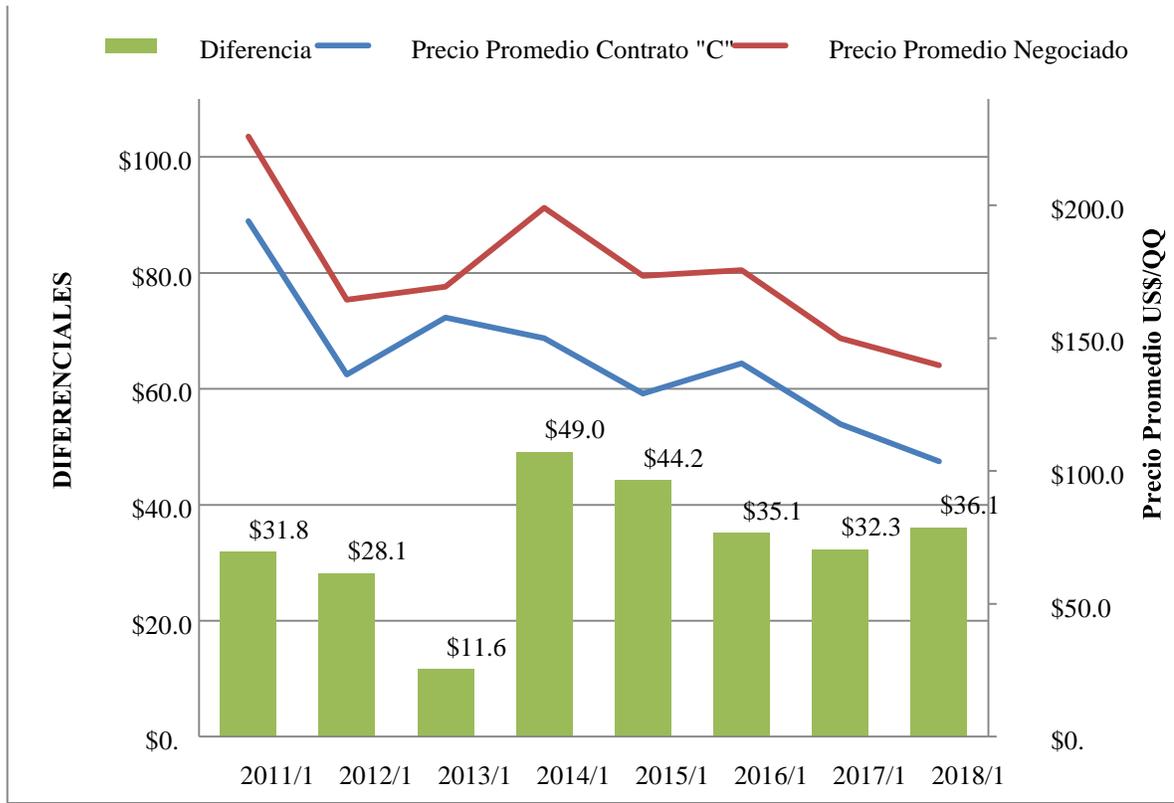


Figura 12. Variaciones en los Precios Promedios de Café.

En este contexto los empresarios pronostican que el cultivo podría llegar a la "extinción" en El Salvador en los próximos dos años, si los precios llegasen a venderse por debajo de los \$100 el quintal.

#### 2.4.1 Importancia del cultivo del café para El Salvador

El cultivo del café en El Salvador se ha mantenido apegado a sus valores e históricas tradiciones de producción y procesamiento, así como a la adopción de normas, técnicas y tecnologías que lo orienten a obtener una mayor calidad en su producto. Para El Salvador, el café continúa siendo una actividad de importancia estratégica para la sostenibilidad de los principales sectores económicos, sociales y ambientales del país.

Las plantaciones de café ocupan actualmente un área aproximada de 229,921 manzanas, de las cuales el 53% del área cafetalera está distribuida en la tierra de bajo, el 32% corresponde a

media altura y el 15% a estricta altura. La distribución del área cafetalera en El Salvador es de la siguiente manera:

*Tabla 3.*

Distribución de zonas cafetaleras en El Salvador

REGIÓN DEL PAIS	MANZANAS*
Región I (Zona Occidental):	119828.88 manzanas
Región II (Zona Central):	66132 manzanas
Región III (Zona Oriental):	43960.48 manzanas
Total:	229921.36 manzanas

Fuente: FUNDESYRAM.

\*1 Manzana = Aprox. 7000 m<sup>2</sup>.

### **2.4.2 Importancia económica y social**

La importancia del café de El Salvador ha venido cambiando durante los últimos años. Desde su primera exportación en 1865, el café ha marcado el paso de la actividad económica. De ser la espina dorsal de nuestra economía hasta ser una fuente de estabilidad social y laboral para la población.

El cultivo del café es la principal fuente de empleo para la población rural y es la actividad agrícola más importante en la generación de divisas; además, contribuye en forma significativa a mantener el balance energético del país. Este rubro se ha considerado por muchos años como el “Eje y sostén” de la economía nacional.

La generación de empleo por parte del rubro cafetalero es del 38% a nivel nacional, y constituye, además, una de las principales contribuciones de este sector para mantener la estabilidad social y política del país, considerando que en condiciones normales el empleo del sector cafetalero representa cerca del 6% de la Población Económicamente Activa (PEA); a esto se le añade que la inversión que genera la propia actividad favorece el desarrollo de microempresas que contribuyen a reducir la migración de pobladores rurales hacia la ciudad y los problemas que ello implica.

Las tasas de empleo por año y su relación con las cantidades producidas son las siguientes:

*Tabla 4.*

*Estadísticas de Generación de Empleo y Producción.*

<b>AÑO CAFETALERO</b>	<b>PRODUCCIÓN EN QQS ORO UVA</b>	<b>JORNALES D/H*</b>	<b>EMPLEO POR AÑO*</b>
2009/2010	1500,306.00	18753,825.00	75,015.30
2010/2011	2614,000.00	32675,000.00	130,700.00
2011/2012	1624,211.00	20302,637.50	81,210.55
2012/2013	1730,000.00	21625,000.00	86,500.00
2013/2014	700,025.00	8750,312.50	35,001.25
2014/2015	925,160.00	11564,500.00	46,258.00
2015/2016	784,740.00	9809,250.00	39,237.00
2016/2017	845,600.00	10570,000.00	42,280.00
2017/2018	905,425.00	11317,812.50	45,271.25
2018/2019***	936,950.00	11711,875.00	46,847.50

\*Un quintal oro genera 12.5 D/H incluye actividad agroindustrial en condiciones normales.

\*\*Un Empleo por año equivale a 250 jornales.

\*\*\*Datos preliminares cosecha recolectada al 30 de abril de 2019.

Fuente: CSC, (2019)

La participación del café en la economía pasó de 4.5 % con respecto al PIB a 0.4 % en el año 2014, según datos del Banco Central de Reserva (BCR). El cultivo, principal producto de exportación de El Salvador, disminuyó en cuanto al volumen exportado y en el área de cultivo, informó la gerencia de Estadística del BCR<sup>9</sup>. En general, con la actualización de las estadísticas del PIB se determinó que hay un menor aporte de los productos agrícolas a la economía. El BCR dijo que el sector fue castigado “por deficiencias” de políticas públicas en los años base y un crecimiento más rápido del sector de servicios.

En la actualidad esta aportación del rubro cafetalero es mucho menor con respecto a los años anteriores. Los registros emanados hasta el año 2016, presentaban un notable crecimiento, gracias a la superación de las plagas que azotaron el primer lustro de esta década, y un notable aumento de los precios del café a nivel regional:

Tabla 5.

*Aporte del Café al PIB y PIBA*

<sup>9</sup> Estadísticas del Consejo Nacional del Café, (2018)

AÑO	1990	2005- 2008*	2011/P	2012/P	2013/P	2014/P	2015/P	2016/P
PIB Nacional	4,800	8,634	9,277	9,452	9,626	9,763	9,988	10,224
PIB Agropecuario	821	1,029	1,137	1,176	1,171	1,186	1,166	1,219
PIB Café	218	127	129	113	70	57	56	58
PIB Café/ PIB País	4.50%	1.50%	1.40%	1.20%	0.70%	0.60%	0.55%	0.56%
PIB Café/ PIB Agrop.	26.50%	12.40%	11.30%	9.60%	6.00%	4.80%	4.80%	4.70%
PIB Agro/ PIB País	17.10%	11.90%	12.30%	12.40%	12.20%	12.15%	11.70%	11.92%

Fuente: Banco Central de Reserva

\*Promedio

### 2.4.3 Impacto ambiental del proceso de beneficiado

La crisis ambiental es la crisis de más impacto en la actualidad. No es una catástrofe ecológica resultante de la evolución de la naturaleza, sino producida por el pensamiento con el que la humanidad ha construido y destruido al mismo tiempo el mundo. Esta crisis civilizatoria se presenta como un límite en lo real que resignifica y reorienta el curso de la historia: Límite del crecimiento económico y poblacional; límite de los desequilibrios ecológicos y de las capacidades de sustentación de la vida; límite de la pobreza y la desigualdad social.

A medida que las sociedades se desarrollan, aumenta su densidad poblacional, tienen tecnologías más complejas y por supuesto demandan mayor cantidad de recursos, lo que las lleva a afrontar una serie de limitaciones en el acceso a esos recursos, obligándolos a tomar medidas de control y protección de los mismos. Es en este momento cuando surge interés por la recuperación de la energía y el concepto de reciclaje de materia como mecanismos para conservar el ecosistema. Sin embargo, la velocidad de desarrollo de la industria ha sido mucho mayor que la capacidad de recuperación de los recursos. Por esto se ha hecho necesario pasar

de remediar los problemas ambientales a prevenirlos; de la disposición de los desechos a evitarlos y reducirlos y del uso creciente de recursos a su conservación. (Boada, 2002).

El café es vital desde el punto de vista ecológico. Los beneficios del cultivo del café no están por el momento remuneradas interna ni externamente en el país. Mientras varios países productores han cambiado sus tecnologías a cultivos de café bajo sol abierto (que utilizan fuertes cantidades de químicos), El Salvador ha mantenido su tradicional cultivo de café bajo sombra. Bajo este abanico de árboles de sombra se encuentran cafés arábigos madurados lentamente, de los que se obtiene una bebida excepcional.

Desde el punto de vista ecológico y de la biodiversidad, el café es de vital importancia, pues es el principal contribuyente en el mantenimiento de la cobertura de los suelos y ha sustituido a diferencia de otros cultivos el bosque original por un sistema arbóreo adecuado, constituido por cafetales, árboles de sombra, cortinas rompevientos, hierbas, otros; por lo que se le considera en la clasificación de Holdridge<sup>10</sup> como un "Bosque Húmedo Subtropical".

Los últimos estudios en el campo revelan que El Salvador cuenta con un 2% de bosque primarios; las plantaciones de café representan aproximadamente un 9% de bosque adicional y se encuentran en las tres zonas del país, a partir de los 500 m sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) hasta los 1,600 m de altura. Es en estas altitudes donde el cafeto crece y se desarrolla favorablemente, debido al efecto de las condiciones ambientales. Por estas localizaciones se obtienen las diferencias de calidad en los estratos siguientes: de 500 a 800 m.s.n.m. (bajío), de 800 a 1,200 m.s.n.m. (media altura) y de 1,200 a 1,600 m.s.n.m. (estricta altura).

Debido al uso intensivo de sombra que poseen los cafetales, el 95% de los cafetales son cultivados bajo sombra, más importante aún casi la totalidad de los bosques primarios o cerrados (alrededor del 80%) se encuentran rodeados por cafetales, funcionando como área de mitigación del impacto que pudiesen recibir dichos bosques del exterior. Si los cafetales desaparecen los bosques primarios estarían en peligro latente.

Los cafetales albergan gran parte de la biodiversidad salvadoreña, formada por especies animales y vegetales, cuya presencia hace que el ecosistema sea más estable.

---

<sup>10</sup> El sistema de zonas de vida Holdridge, es un esquema para la clasificación de las diferentes áreas terrestres según su comportamiento global bioclimático.

La multitud de cadenas alimenticias existentes, impide que un solo organismo se multiplique aceleradamente, esto es importante ya que ayuda al mantenimiento del material genético diverso y por ende a la flora y fauna.

El bosque en sus diferentes expresiones es un sistema complejo, capaz de generar Oxígeno, almacenar agua, generar nuevos suelos y guardar en sus especies la diversidad de la vida en la tierra. En nuestro país, "hablar de cafetales es hablar de bosques". (FUNDESYRAM, 2019).

## **2.5 Sistema de tratamiento para Subproductos**

En los países productores de café, los residuos y subproductos del café constituyen una fuente de grave contaminación y problemas ambientales. Por ese motivo, desde mediados del siglo pasado se ha tratado de inventar métodos de utilizarlos como materia prima para la elaboración de otros productos, como bebidas, vinagre, biogás, cafeína, pectina, enzimas pépticos, proteína, abono, etc. El uso de la pulpa de café fresca o procesada ha sido tema de muchos estudios en los que, en general, se llega a la conclusión de que los residuos y subproductos del café pueden usarse de maneras muy provechosas para los beneficiadores de café.

En la agroindustria cafetera solamente se utiliza el 9.5 % del peso total del fruto en la preparación de bebidas y el 90.5% son subproductos resultantes del beneficiado, los cuales son dispuestos o almacenados inadecuadamente, contaminando los cuerpos de aguas y los suelos, generando afectación de los ecosistemas.

La pulpa representa aproximadamente el 40% en peso del fruto de café. Es el subproducto más voluminoso del proceso de beneficiado húmedo, su densidad aparente es de aproximadamente 5.5 qq/ m<sup>3</sup> cuando está recién obtenida y suelta. Lo que quiere decir que de cada 100 quintales de fruto maduro se obtienen 40 quintales de pulpa, los cuales ocupan aproximadamente 7.00 m<sup>3</sup>. Es un material que se compacta rápidamente y que en 24 horas su densidad se incrementa a 10 qq/ m<sup>3</sup>.

En los Beneficios tradicionales, es trasladada hacia los depósitos utilizando grandes volúmenes de agua, generando contaminación por el desprendimiento y la concentración de materia orgánica.

En la actualidad se ha implementado la extracción de este subproducto de forma mecánica por medio de un tornillo helicoidal o "sin fin" combinando a este proceso, el despulpado en seco para aprovechar de mejor manera la cantidad de nutrientes que contiene y al mismo tiempo evitar la contaminación que esta puede generar al ambiente.

### **2.5.1 La pulpa como sistema de abono**

Se entiende por abono orgánico al conjunto de materia orgánica producida por animales y plantas que es biodegradable, o sea que se puede descomponer; es rico en bacterias nutritivas y microorganismos activos que permiten una mayor disponibilidad de macro nutrientes como

Nitrógeno, Fósforo, Potasio y micronutrientes, garantizando de esta manera la fertilidad permanente para los cultivos.

El empleo de componentes orgánicos y especialmente el de pulpa de café, tiene como principal objetivo el mejoramiento de las condiciones físico-químicas y biológicas del suelo. La importancia de la pulpa de café reside principalmente en el alto porcentaje de materia orgánica que contiene (mayor del 90%). El adicionamiento de materia orgánica al suelo permite ventajas que ningún fertilizante químico es capaz de proporcionar, sin embargo, su uso trae desventajas a la vez. A pesar de la inversión en mano de obra que en algunos países es una limitante, justifica su uso por el aumento en la producción y calidad del producto, así como la robustez de las plantaciones. El adicionamiento de abonos orgánicos en suelos escasos de materia orgánica proporciona al suelo, mayor resistencia al proceso erosivo y promueve un mayor grado de humedad en el suelo.

La pulpa de café como abono orgánico es una práctica que en diferentes países se ha considerado como una experiencia con resultados favorables económicamente. Es así, como de la practica eficiente de abono orgánico, se han creado otros usos que permiten aprovechar las cualidades físicas y químicas y poder lograr usarlas en beneficio de los diferentes tipos de cultivos.



*Figura 13.* Pulpa de café como sistema de abono. Fuente: J. Hill y CIA, marzo de 2019.

## **Lombricultura**

La Lombricultura consiste en el cultivo intensivo de la lombriz roja (*Eisenia foetida*) en residuos orgánicos aprovechados como abono para cultivos agrícolas. A estos desechos orgánicos arrojados por la Lombriz se le conocen con el nombre de *Humus*, que es el mayor estado de descomposición de la materia orgánica, y que genera un abono de excelente calidad. Además, la Lombriz roja californiana tiene un 70% en Proteína, lo que significa que es ideal para la alimentación de animales como cerdos o peces.

El manejo de esta Lombriz es muy sencillo e ideal para tener en la finca, pues se utiliza como alimento de ellas todos los desechos orgánicos como estiércoles de los animales y vegetales sobrantes de los cultivos.

La lombriz es un anélido hermafrodita: pertenece al phylum de los Anélidos, a la clase de los Oligoquetios, cuyas glándulas producen el huevo o cápsula, ésta tiene un color amarillo verdoso, con unas dimensiones aproximadas de 2-3 por 3-4 mm, no siendo por lo tanto redonda sino teniendo una forma parecida a una pera muy pequeña, redondeada por una parte y acuminada por la otra. Por esta última emergen las lombrices después de 14 a 21 días de incubación.

Las condiciones del medio deben ser óptimas, ya sea para la producción del humus, o para la actividad sexual. Una buena temperatura del medio inmediato oscila alrededor de 19 - 20°C. Los climas templados, el clima de la zona cafetera centroamericana y suramericana es ideal para el cultivo de este tipo de lombriz. Asimismo, es muy importante en el manejo del Lombricultivo controlar la comida idónea, agua de calidad y en la cantidad necesaria. La cantidad inicial del pie de cría y la velocidad de transformación de la pulpa depende de la cantidad de lombrices. Cuando se desea un proceso rápido, la densidad de lombrices debe ser alta: a rededor de 5 kg de lombriz pura por metro cuadrado, que corresponde aproximadamente entre 20 y 25 kg de lombriz mezclada con sustrato conocida como lombriz comercial.



*Figura 14.* Lombricultura a base de abono generada por Pulpa de café. Fuente:

<http://residuossolidosdelcafe.blogspot.com/>

Una de las desventajas para ciertas zonas cafeteras (mediana altura y altura) es que son poco eficientes, se requiere de una estructura construida y grandes áreas, no toleran humedades al punto de saturación como ocurre en la época de pico de cosecha y este sistema colapsaría.

### **Compost**

El compost es el proceso biológico más utilizado para transformar los residuos orgánicos sólidos por medio de la descomposición en un material estable donde no se distingue ninguno de sus compuestos y es conocido como abono natural, Tiene las características de tierra humus y es rico en minerales fertilizadores. El proceso del compostaje se puede acelerar con medidas mecánicas, mezcla, revuelta, aireación, riego. Esta biodegradación es consecuencia de la actividad de los microorganismos que crecen y se reproducen en los materiales orgánicos en descomposición mediante un proceso aerobio<sup>11</sup>.

Controlando el oxígeno como principal elemento, dado que los microorganismos consumen oxígeno para descomponer la materia orgánica. La consecuencia final de estas actividades vitales es la transformación de los materiales orgánicos originales en otras formas químicas. Es por estas razones, que los controles que se puedan ejercer, siempre estarán enfocados a favorecer el predominio de los microorganismos vivos presentes en los sustratos.

Se trata de transformar de forma más acelerada los residuos, que tras su aplicación en la superficie de la tierra se va asociando al humus, que es la esencia del buen vivir de un suelo saludable, fértil y equilibrado en la naturaleza.

Esta técnica se basa en un proceso biológico, que se realiza en condiciones de fermentación aerobia, con suficiente humedad y que asegura una transformación higiénica de los restos orgánicos en un producto homogéneo y altamente asimilable por los tipos de suelos nacionales. En este proceso biológico intervienen la población microbiana como son las Bacterias, Actinomicetos, y Hongos que son los responsables del 95% de la actividad del compostaje y también las algas, protozoos y cianofíceas. Además, en la fase final de este proceso intervienen también macro organismos como colémbolos, ácaros, lombrices y otras especies.

---

<sup>11</sup> Un "ambiente aerobio" es aquel rico en oxígeno, a diferencia del anaerobio, donde el oxígeno está ausente, o uno microaerófilo, donde el oxígeno se encuentra en muy bajos niveles. Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Organismo\\_aerobio#cite\\_note-1](https://es.wikipedia.org/wiki/Organismo_aerobio#cite_note-1)



*Figura 15.* Abono creado a través del proceso de compostaje sobre desechos de pulpa de café. Fuente: J. Hill y CIA, marzo de 2019.

### **Proceso de Compostaje**

El proceso de compostaje puede dividirse en cuatro períodos importantes, según la evolución, de la temperatura:

➤ **Mesolítico**

La masa vegetal está a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos<sup>12</sup> se multiplican rápidamente. Como consecuencia de la actividad metabólica la temperatura se eleva y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH.

➤ **Termófilo**

Cuando se alcanza una temperatura de 40 °C, los microorganismos termófilos<sup>13</sup> actúan transformando el nitrógeno en amoníaco y el pH del medio se hace alcalino. A los 60 °C estos

---

<sup>12</sup> Organismo cuya temperatura de crecimiento óptima está entre los 15 y los 35 °C (un rango considerado moderado).

<sup>13</sup> Organismos vivos que pueden soportar condiciones extremas de temperatura relativamente altas, por encima de los 45°C.

hongos termófilos desaparecen y aparecen las bacterias, esporígenas y actinomicetos. Estos microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas.

➤ De enfriamiento

Cuando la temperatura es menor de 60 °C, reaparecen los hongos termófilos que reinvasan la capa superior del suelo y descomponen la celulosa. Al bajar de 40 °C los mesófilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente.

➤ De maduración

Es un periodo que requiere meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus. Se observa como el compostaje es un proceso dinámico, debido a la actividad combinada de una amplia gama de poblaciones de bacterias y hongos, ligados a una sucesión de ambientes definidos por la temperatura, humedad, características de los residuos. Cada población bacteriana tiene unas condiciones ambientales más adecuadas para su desarrollo, así como unos tipos de materiales que puede descomponer más fácilmente; por esta razón, una población empieza a aparecer mientras que otras se encuentran en el momento más elevado de su desarrollo y otras empiezan a desaparecer. De esta forma se complementan las actividades de los diferentes grupos. Conseguir un buen compostaje se reduce por lo tanto a proveer a los microorganismos de un buen entorno para que desarrollen su actividad.

**Tipos de aireación a emplear:**

- Aireación dinámica: Consiste en el volteo de las cantidades apiladas, generando una mezcla más homogénea de los materiales orgánicos a compostar, una mejor aireación, un mejor intercambio de gases y así, no crear zonas anaerobias. Es el proceso más eficiente y rápido, pero implica mayores costos.
- Aireación estática: consiste en el flujo de aire a través de la pila. Este se genera por un compresor o una turbina (blowuer) que, conectados a una red de tubos internos en las pilas, generan un intercambio gaseoso forzado.

**MODELOS DE COMPOSTAJE**

De acuerdo con la bibliografía revisada los modelos más óptimos que se pueden emplear en la caficultura son los siguientes:

- ✓ **SISTEMAS DE COMPOSTAJE ARTESANAL:** Este proceso no cuenta con ninguna tecnología, herramienta mecánica o eléctrica en ninguno de las actividades del compostaje y la capacidad de producción generalmente es a baja o mediana escala. En este sistema serán incluidos los pequeños y algunos medianos productores, solo se utiliza como herramientas palas y carretillas para transporte de material compostado.
- ✓ **SISTEMAS DE COMPOSTAJE SEMI INDUSTRIAL:** Son aquellos, en los cuales el sistema de descomposición cuenta con algunos equipos mecánicos o eléctricos para una o varias actividades del proceso. Es un sistema propio para los medianos y algunos grandes productores.
- ✓ **SISTEMAS DE COMPOSTAJE INDUSTRIAL:** Son aquellos procesos para la elaboración de compost completamente mecanizados, en los cuales la tecnología cuenta un papel muy importante para la realización del proceso. Para este proceso de compostaje es propio para los grandes productores, el cual estará acorde a su producción de café en cereza. La disposición de los residuos se hace en pilas de 2m de ancho por 10m de largo y 2m de alto, las cuales deben ser volteadas la primera semana, dos veces al día para continuar hasta la semana 12, una vez diaria, época para la cual estará estabilizado y maduro, apto para continuar con el proceso de empacado con el fin de asegurar la no presencia de objetos extraños en el producto final y posterior incorporación al cultivo.  
Este producto no requiere de clasificación de tamaño, la cereza del café es homogénea y la desviación estándar no es significativa, por lo tanto, es un producto que sale uniforme. Este producto es incorporado a los cultivos propios de la finca como lo es el mismo café, pastos, jardines a la elaboración de almácigos. Estas tecnologías están innovando en las practicas actuales de compost, siendo ya adoptadas por los pequeños y medianos caficultores, evitando continuar con las contaminaciones al medio ambiente por las practicas poco eficientes.

### **2.5.2 La pulpa como alimentación animal**

Investigaciones realizadas en Colombia han llegado a la conclusión de que la pulpa del café puede reemplazar hasta un 20% de los concentrados comerciales en la alimentación del ganado

lechero, sin efectos perjudiciales y con un ahorro de hasta un 30% de alimento comercial. Los resultados generales de los estudios de alimentación realizados con cerdos indicaron que el grano de cereales puede ser sustituido por pulpa deshidratada de café en hasta un 16% de la ración total, sin ningún efecto perjudicial con respecto al aumento de peso o a la conversión del pienso (alimento en seco de ganado). Eso significa que al final del período establecido, cada cerdo criado ha dejado cerca de 50 kg de grano de cereales disponible para consumo humano u otros usos alternativos. Además de hacerse con cerdos, los experimentos de alimentación con pulpa de café se hicieron con peces, pollos, corderos y conejos. En esos experimentos de alimentación se determinó el aumento diario del peso corporal y se midieron la toma diaria de materia seca y la eficiencia de conversión de la alimentación. En los cerdos alimentados con raciones que contenían hasta un 15% de pulpa de café ensilada con un 5% de melaza se observó un aumento de peso igual o mejor que en los alimentados con concentrados comerciales. El ensilaje de la pulpa de café es una alternativa válida a la de manipular y almacenar las enormes cantidades de pulpa de café que se producen en los Beneficios de todo el mundo que procesan el fruto del café. La inclusión de ensilaje de pulpa de café en el régimen alimenticio de algunos animales de granja podría contribuir a reducir los costos de producción de leche y carne, especialmente en los países en desarrollo. (CENICAFE, ENSILAJE DE PULPA PARA ALIMENTO DE GANADO, 2018)

### **2.5.3 Combustión de la pulpa de café secada**

Se denomina energía renovable a la que se obtiene de fuentes que son capaces de regenerarse por medios por medios naturales, y, por lo tanto, se consideran inagotables.

La cáscara del café es prácticamente lignocelulosa<sup>14</sup> pura y no tiene ningún valor como fertilizante. Se quema habitualmente en hornos toscos para secar el café en pergamino. Si la mayor parte del pergamino se seca parcialmente al sol por motivos de calidad, es aún posible tener un excedente de combustible después de una operación de acabado del secado, incluso con los clásicos secadores de aire caliente de un paso de hoy en día. Puede quemarse la cáscara en un generador de gas pobre y después accionar un motor sobre ese gas pobre para producir electricidad. Al igual que con el biogás, el calor residual procedente del generador de gas y del

---

<sup>14</sup> Se refiere a la materia seca vegetal (biomasa), llamada biomasa lignocelulósica. Es la materia prima más abundante disponible en la Tierra para la producción de biocombustibles, principalmente bioetanol.

motor puede usarse para calentar una corriente de aire limpio, y eso puede todavía usarse para secar aún más café.

En el proceso de café se estima que menos del 5% de la biomasa generada se aprovecha en la elaboración de la bebida, el resto queda en forma residual representando en materiales lignocelulósicos, generados en el proceso de beneficiado.

El promedio de la producción de pulpa es de 2.25 Ton/año por cada millón de sacos de 60 kg de café oro que Colombia exporta, se generan 162,900 ton de pulpa fresca, que si no se utilizan adecuadamente producirían una contaminación equivalente a la generada durante un año, en excretas y orina, por una población de 868,736 habitantes. Datos de la investigación reportan un poder calorífico de 15,88 MJ/kg de pulpa seca y un consumo en el secado mecánico de la misma de 36,92 MJ, con un balance energético negativo en el proceso, debido a que por cada unidad de energía aplicada en el secado de la pulpa solo se generaron 0.43 unidades en la combustión del producto seco. (CENICAFE, subproductos del café: Pulpa y energía, 2017)

La producción de biogás por este medio es una de las nuevas tendencias en estos años, esta mezcla gaseosa está constituida por metano, en una proporción que oscila entre 50% y 80%, y gas carbónico, con pequeñas trazas de vapor de agua, hidrogeno, sulfuro de hidrogeno, amoniaco, monóxido de carbono, nitrógeno, oxígeno y trazas de compuestos orgánicos; y se origina por el proceso de metanización<sup>15</sup>.

Uno de los métodos actuales de creación de Biogás a partir de los desechos generados en las industrias es por medio del uso de Biodigestores.

Un *biodigestor* es un reactor cerrado, hermético e impermeable, dentro del cual se deposita materia orgánica como: aguas residuales domésticas o agroindustriales, desechos vegetales y frutales, estiércol animal, etc... Esta mezcla mediante la fermentación anaerobia por acción de microorganismos, es degradada obteniendo como producto el biogás, el cual puede utilizarse como combustible directo en sistemas de combustión a gas o para la producción de energía eléctrica, mediante turbinas o plantas generadoras a gas.

Por cada kg de materia orgánica destruida en el proceso de digestión, se producen aproximadamente entre 400 y 700 litros de gas. Existe, por lo tanto, un rendimiento aproximado del 50% de producción en volumen de biogás en relación a la materia orgánica usada. En los

---

<sup>15</sup> Proceso biológico que ocurre cuando los microorganismos degradan la materia orgánica en ausencia de oxígeno.

estudios realizados por CENICAFE (2017), se reportan rendimientos de 25 L de biogás por 1 kg de pulpa fresca alimentada a los digestores. El poder calorífico del biogás, con un contenido de metano de 60%, es de 21.46 KJ/L, con un valor para la pulpa fresca de 0.54 MJ/kg.

#### **2.5.4 Tratamiento de las aguas residuales**

Dar tratamiento a aguas residuales, se torna una tarea difícil, puesto que se debe extraer de un volumen de agua, una o varias sustancias indeseables que prácticamente han sido disueltas y bien incorporadas al agua limpia. Es diferente la situación, cuando se trata de contaminación por sólidos, por ejemplo, depositado al aire libre; estos por su consistencia, pueden ser fácilmente colectados y depositados en lugares donde no sean perjudiciales. Se ha visto como el beneficiado húmedo del café, provoca grandes problemas de contaminación al medio ambiente; en este caso, la afectación causada por las “aguas mieles”. Se sabe también, que estas aguas mieles, contienen principalmente, contaminación de origen orgánico. De tal manera lo que se pretende, al tratar el agua, es reducir al máximo la cantidad de materia orgánica que se agrega durante el proceso de beneficiado húmedo.

Existe una amplia gama de posibilidades para dar tratamiento a aguas residuales, estas alternativas se clasifican según los aspectos de su funcionamiento. Las principales formas de tratamiento que pueden ser aplicadas a las aguas mieles generadas del proceso de beneficiado húmedo del café, por separado o combinadas pueden ser:

##### **LAGUNAS DE OXIDACIÓN**

Utilizan microorganismos aerobios para la degradación de la materia orgánica presente en las aguas residuales. Como ventajas se tienen la facilidad de operación y mantenimiento, los bajos costos de operación, ya que no requieren energía y su baja producción de lodos. Como desventajas pueden mencionarse que requieren de grandes áreas para el tratamiento y que se pueden generar procesos de eutrofización<sup>16</sup>. En Costa Rica, reportan la factibilidad técnica de utilizar sedimentadores primarios y a continuación lagunas de oxidación como sistemas para el tratamiento de las aguas residuales provenientes de los Beneficios en este país. Reportan que el lagunaje es apropiado como tratamiento secundario de aguas mieles y que en estos sistemas de

---

<sup>16</sup> Acumulación de residuos orgánicos en el litoral marino o en un lago, laguna, embalse, etc., que causa la proliferación de ciertas algas. Fuente: CENICAFE, 2018.

tratamiento se puede remover entre el 40 y 46 % de la carga orgánica, para afluentes con pH de 4,0 y concentraciones de DBO<sup>17</sup> en el rango 10000 a 15000 ppm.

En El Salvador, evaluaron la infiltración y evaporación de las aguas residuales del café utilizando lagunas de estabilización, excavadas en tierra, con el fin de encontrar mejoras en el diseño y funcionamiento de las mismas. Utilizaron aguas de Beneficio con una concentración de sólidos totales de 20800 ppm y encontraron una tasa de infiltración media de 0,28 cm/día y de evaporación media de 0,6 cm/día, concluyendo que se presenta un alto riesgo de contaminación del manto freático por la utilización de este tipo de lagunas. Para ciertas zonas cafeteras, considerando pendientes y la concentración de carga orgánica de las aguas mieles (mayores a 20000 ppm) no resultan ni técnica ni económicamente apropiadas, Además no se está haciendo tratamiento a los residuos sólidos como lo es la pulpa, ciscos y borras.



*Figura 16.* Laguna de oxidación excavada en tierra. Fuente: Beneficio San José La Majada, Sonsonate, mayo 2019.

## **SISTEMA MODULAR DE TRATAMIENTO ANAERÓBICO**

Es conocido como digestión anaeróbica, es un proceso biológico acelerado artificialmente, que tiene lugar en condiciones muy pobres de oxígeno o en su ausencia total, sobre substratos orgánicos. Como resultado se obtiene una mezcla de gases formada por un 99% de metano y

---

<sup>17</sup> Demanda Biológica de Oxígeno.

dióxido de carbono y un 1% de amoníaco y ácido sulfhídrico. El gas combustible, metano, permite obtener energía para los pequeños, medianos y grandes productores.

### **FILTROS ANAERÓBICOS DE FLUJOS ASCENDENTES**

El filtro anaerobio de flujo ascendente constituye un equipo de eliminación de materia orgánica soluble utilizado frecuentemente para el tratamiento de aguas residuales domésticas. Los filtros anaerobios de flujo ascendente (FAFA) son reactores de lecho de relleno utilizados en la reducción de materia orgánica disuelta con la ayuda de microorganismos anaerobios, que se encuentran adheridos sobre la superficie del material de relleno.

Esta tecnología consiste en un tanque de sedimentación (o fosa séptica) seguido de una o más cámaras de filtración. Los materiales comúnmente usados para el filtro incluyen grava, piedras quebradas, carboncillo, o piezas de plástico formadas especialmente. El tamaño típico de los materiales del filtro varía entre 12 y 55 mm de diámetro. Idealmente, el material proporcionará entre 90 y 300 m<sup>2</sup> de superficie por 1 m<sup>3</sup> de volumen del reactor. Al proporcionar una gran superficie para la masa bacteriana, hay un mayor contacto entre la materia orgánica y la biomasa activa que la degrada efectivamente.

El Filtro Anaeróbico puede ser operado ya sea con flujo ascendente o descendente. Se recomienda el modo de flujo ascendente porque hay un menor riesgo de que la biomasa fijada sea arrastrada. El nivel de agua debe cubrir el material del filtro por lo menos 0.3 m para garantizar un régimen de flujo regular.

Los principales inconvenientes que se presentan en este tipo de reactores son: inundación por colmatación del lecho de relleno y baja eficacia de reducción de la DBO soluble, su eficiencia oscila entre el 60 y el 80% dependiendo de la forma de tratado. Su alto costo para los pequeños y medianos caficultores es un factor que evita el uso más frecuente de este tipo de sistema.

### **FILTROS DE TIERRA DIATOMÁCEA (ALGAS) (TD)**

La tierra diatomácea (TD) es esencialmente sílice puro, formado por plantas marinas unicelulares fosilizadas. Se alimenta una suspensión de TD dentro del filtro, y la TD forma una torta filtrante sobre la membrana de sostén. La operación del filtro continúa hasta que la caída de presión llega a 35 psi o 240 kPa, los filtros de tierra diatomea son los más complicados de todos los filtros usados en los sistemas, debido a su forma de operación, mantenimiento, ciclo de vida corta, problema logístico de suministro y la disposición final del material contaminado.

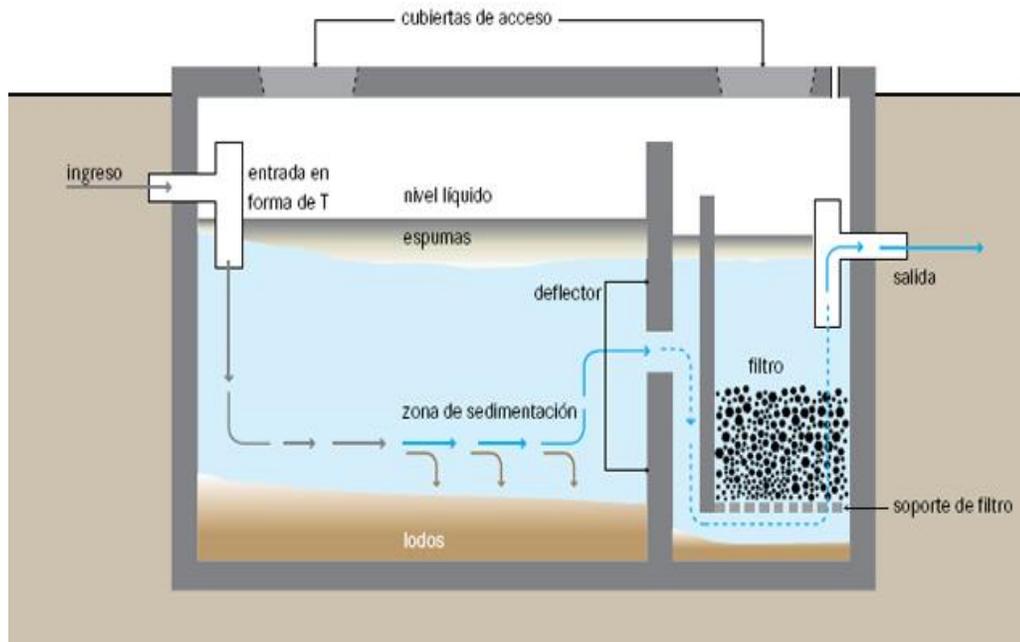


Figura 17. Sistema básico del filtro anaeróbico de fuljo ascendente. Fuente: <http://alianzaporelagua.org/Compendio/tecnologias/t/t2.html>

## 2.6 Otros usos del café

El café, segunda bebida más consumida en el mundo, tiene gran cantidad de beneficios. Aunque la cafeína se ha puesto en duda en varias ocasiones, se ha confirmado que si no se consume en exceso no causa daño alguno a la salud. Por el contrario, funciona como un estimulante que permite desempeñar mejores actividades que requieren un cierto grado de energía y concentración. Además, puede ayudar a prevenir enfermedades como el Parkinson y el Alzheimer.

Pero estos no son los únicos aportes que podemos sacarle al ingrediente principal del desayuno. El café puede usarse en ámbitos muy distintos, desde el cuidado del jardín, hasta el mantenimiento del mobiliario. En vez de echar a lavar la taza nada más vaciarla recoge los posos y averigua como reutilizarlos con este artículo.

Entre los usos más comunes del café se encuentran:

### **2.6.1 El café en otros alimentos y medicamentos**

Además de poder crear una bebida incomparable, el café es una fuente inagotable de sensaciones y aportes a otros productos. Aún están por descubrir todas sus cualidades y complejos sabores, que aportan cada vez más a la gastronomía mundial.

El café está asociado a estas elaboraciones en forma de bebida, pero hay recetas que llevan el grano más allá de este clásico de los desayunos. Este grano abandona a veces el vaso y aparece también como ingrediente diferenciador para aportar un sabor variado y único en ciertos platos clásicos de carnes, pescados, ensaladas, etc.

Una manera de sorprender a los paladares de los amantes de este grano es con diversas elaboraciones que van desde entradas, hasta platos principales e incluso postres. Entre los más destacados usos alternos del café en alimentos se encuentran:

#### **I. Hojas verdes al café**

Un entrante que aproveche el sabor de este grano y sea fácil de hacer es una ensalada de hojas verdes al café. La marca Candelas, especialista en esta materia prima, recomienda esta receta como una forma de emplear dicho ingrediente como elemento principal.



*Figura 18.* Plato de “Hojas Verdes al Café.”

#### **II. Solomillo con café**

El café puede jugar un rol protagonista como aderezo para la carne. Una manera de otorgarle un matiz en el aroma y el sabor y ofrecer nuevas notas gustativas. La receta de solomillo marinado con este grano y otras especias es una de las más sencillas y sabrosas de elaborar.



*Figura 19.* Solomillo marinado en café.

### **III. Merluza al café**

El pescado también se puede combinar con este grano amargo. La merluza al café, receta recomendada por altos especialistas, es una manera en la que integrar dicho ingrediente.



*Figura 20.* Plato de “Merluza al Café”.

### **IV. Salsa barbacoa**

El café es uno de los ingredientes que se pueden utilizar para elaborar una salsa barbacoa única que acompañe a carnes rojas y pollo. Se trata de una manera diferente de aportarle un sabor más intenso a estas carnes respecto a la elaboración más clásica de la misma.



*Figura 21.* Uso del café como salsa barbacoa.

## **V. Amor bandido**

Si hay un lugar donde el café destaca, es en Colombia. El país suramericano cuenta con diversas recetas en las que este ingrediente es uno de los elementos principales. El amor bandido, con un peculiar nombre, consiste en una refrescante bebida caracterizada por un sabor dulce y el contraste amargo de dicho grano.



*Figura 22.* Bebida “Amor Bandido”.

Algunas de otras recetas culinarias desarrolladas por especialistas que utilizan café como uno de sus principales ingredientes.

- Pinchos con café
- Brownies con café

- Helado de café
- Pastel con Café
- Carnes al café

En cuanto al uso de café en medicamentos, este se utiliza habitualmente como un componente en los medicamentos que alivian el dolor, disponible en las farmacias sin prescripción. Un coadyuvante es algo que se agrega a un medicamento para que funcione mejor. Estudios de medicina querían comprobar si la cafeína mejora los efectos analgésicos de dichos medicamentos; los estudios evaluados se centraron en varios tipos de dolor, incluida la cefalea, el dolor dental posoperatorio, el dolor posterior al parto y el dolor durante el período menstrual. Los análisis encontraron que el agregado de cafeína en una dosis equivalente a una taza de café a una dosis estándar de analgésicos comunes como paracetamol o ibuprofeno, aumenta en el 5% al 10% el número de pacientes con dolor agudo que experimentará un buen nivel de analgesia.

### 2.6.2 El café como fertilizante

El café tiene excelentes beneficios para tu huerta de diferentes maneras, es rico en minerales y nutrientes como Nitrógeno, Calcio, Potasio, fósforo, Magnesio y su PH (6-7), además es un gran potenciador de vida bacteriana en el suelo. Mucha basura orgánica puede terminar siendo un fertilizante en vez de simplemente desechos, y algo importante es que el abono de café solo es indicado para las plantas acidófilas, o aquellas que requieren de un suelo ácido para su óptimo desarrollo. Este es el caso de las rosas, arándanos, frutillas, azaleas, hortensias o rododendros, para las cuales el café aporta importantes contenidos en potasio, magnesio y nitrógeno, nutrientes esenciales para el crecimiento saludable de estas plantas. Además de brindar un valioso valor ácido que permitirá enriquecer el suelo de cualquiera de estas especies vegetales.

En cuanto a la reutilización de la broza del café<sup>18</sup>, es fundamental que esta esté completamente seca. Son muchas las formas de reciclar este componente en beneficio del medio ambiente y de la agricultura. Entre las más utilizadas se encuentran:

- **Enriquecer la tierra:** mezclando la broza del café con la tierra se logra reducir la necesidad de abono convencional, e incluso hacerlo innecesario. También es efectivo echar directamente los residuos alrededor de las plantas, junto con el abono, tanto en macetas

---

<sup>18</sup> Conjunto de hojas secas, ramas, cortezas y otros despojos de las plantas de café.

como en jardines de superficies más amplias. El resultado será un fertilizante que funciona como cualquier otro abono orgánico, que no acidifica la tierra en exceso, sino que tiende a ser alcalino.

- **Nitrogenar la tierra:** aunque este uso hace pensar en un efecto de un elemento químico, es cierto que el procesamiento de las semillas del café deriva en esta propiedad a través de la broza. Esta cualidad es idónea para enriquecer la tierra con nitrógeno, el cual es de gran ayuda para el crecimiento de las plantas, su floración y, en caso de tener una huerta, también para sus frutos.
- **Ahuyentar gusanos, caracoles y babosas:** el nivel de acidez brindado por las hojas del café permite la dispersión de animales que pueden atentar con la formación de los frutos de las plantaciones realizadas.
- **Alimentar a las lombrices del compost:** esta mezcla brinda un abono más rico al conformarlas con lombrices a la tierra y, entre otros nutrientes la alimentación con la broza del café; esto crea un sedimento comúnmente llamado ‘compost’. Basta con añadir un poco del elemento cada semana, cuidando no exceder ni con los residuos del café ni con otros restos que pudieran acidificar en exceso el producto.
- **Fertilizante líquido:** al mezclarla con agua y con el debido tiempo de reposo, se obtiene un fertilizante líquido que se logra aplicar a modo de riego o con posibilidad de usarlo directamente en tallos y hojas con un rociador.

### 2.6.3 El café como medio artístico Arfé

El Arfé es una técnica pictórica donde se utiliza el pigmento del café como medio plástico. También se le llama así a la pintura en café. La transparencia de la infusión del pigmento de café permite el paso de la luz sobre superficies claras y la adquisición de diversidad tonalidades en una simple pincelada.

Esta técnica fue registrada por el artista puertorriqueño Francisco Rivera Rosa en 1996, para describir sus pinturas que usaban café. La palabra viene de una combinación de las palabras arte y café. A veces se escribe como arfé y es pronunciado como "barf" por sus críticos. Este arte también es conocido como pintura de café o Artffee en inglés.



Figura 23. Pintura en Artffee.

Otros artistas han estado utilizando el café para el lavado de bocetos, las sombras y para obtener tonalidades muy oscuras.

El Artfee consiste en utilizar técnicamente el pigmento del café o sus semillas para pintar, teñir, dibujar o escribir. El utilizar la infusión o el extracto de las semillas del café convierte a este producto en una alternativa con diversidad de usos.

#### 2.6.4 Arte del Café

El arte del latte<sup>19</sup> o arte del café con leche se refiere a los diseños creados en la superficie de expresos<sup>20</sup> por un barista<sup>21</sup>. Hay dos formas de crear estos diseños, y generalmente se utiliza uno de los métodos, e incluso a veces, una combinación de ambos.

El primer método consiste en ir manipulando el flujo de leche desde una jarra (conocido como latte art “vertido libre”). El segundo consiste en dibujar diseños con un instrumento (conocido como etching), con plantillas, polvos y espuma de la leche. El arte del latte se suele ver en un latte, aunque también puede formar parte de la presentación de un capuchino, un café mocha o incluso un espresso macchiato. Conforme ha ido aumentando la popularidad de las bebidas tipo espresso, la calidad del adorno realizado con arte del latte también lo ha hecho.

Con el aumento del renombre del arte del latte y la presentación artística en la taza, han emergido competencias por todo el mundo para permitir a los baristas demostrar sus habilidades.

---

<sup>19</sup> Bebida de café hecha con café expreso y leche al vapor.

<sup>20</sup> El café expreso es una forma de preparación de café originada en Italia. Debe su término a la obtención de esta bebida a través de una cafetera expreso. Se caracteriza por su rápida preparación y por un sabor y textura más concentrados.

<sup>21</sup> Un barista es el profesional especializado en el café de alta calidad, que trabaja creando nuevas y diferentes bebidas basadas en él.

El arte del latte es considerado por muchos consumidores de café el toque final, poniendo la guinda a un espresso exquisitamente preparado. Debido a su presentación visual ante el consumidor y el aumento de la importancia que el arte del latte tiene en las cafeterías de todo el mundo, conviene que el gusto nunca se convierta en algo secundario ante el arte.

El arte del latte es una mezcla de dos coloides<sup>22</sup>: la crema que es una mezcla de aceite de café y la micro-espuma, que es una espuma de aire en la leche. Ninguno de estos coloides es estable por lo que el arte del latte solamente dura un breve momento.



*Figura 24. Ejemplos de arte del latte.*

### **2.6.5 Uso Medicinal del Café**

Según una antigua leyenda, los pastores de la región de Etiopía observaron que cuando sus cabras comían las bayas rojas del arbusto del café estaban más activas y vivas. Los monjes prepararon infusiones<sup>23</sup> a partir de estos frutos y en el siglo IX descubrieron por primera vez su acción estimulante. En Etiopía la forma tradicional de preparación es moler los granos de café, una vez tostados, en una gran sartén de hierro o machacarlos en un mortero.

---

<sup>22</sup> Sistema conformado por dos o más fases, normalmente una fluida (líquido) y otra dispersa en forma de partículas generalmente sólidas muy finas.

<sup>23</sup> Bebida obtenida de las hojas, las flores, las raíces, las cortezas, los frutos o las semillas de ciertas hierbas y plantas, que pueden ser aromáticas o no.

Originariamente el café se utilizó como alimento, después como medicamento y finalmente como bebida. Servía como estimulante en las reuniones, fiestas y encuentros de los habitantes de los pueblos. Los primeros tuestes de café y el comercio del producto se desarrollaron en Arabia en el siglo XV. El puerto yemenita Mocha, también llamado Mokka, se consideraba el centro del comercio del café. Una muestra de la popularidad que alcanzó el consumo de café en Arabia fue que a comienzos del siglo XVI se desató una gran controversia sobre la utilidad y los efectos perjudiciales de beber café.

El café se consume en casi la totalidad del planeta, esto se debe a sus propiedades aromáticas y a su excelente sabor. Además, el café tiene varios usos medicinales y aplicaciones curativas. Tiene propiedades digestivas, debido a esto estimula la realización de los procesos digestivos. La mejor forma de aprovechar esta propiedad es mediante el consumo de infusiones de café, las cuales es recomendable beber posterior a las comidas.

El café es altamente estimulante, por lo que su consumo es útil para situaciones muy exigentes en cuanto a lo mental, ya que genera una estimulación del sistema nervioso, que permite afrontar de mejor manera estas situaciones.

Las hojas del café tienen la propiedad de reducir la temperatura corporal, para aprovechar esta propiedad es aconsejable beber infusiones en base a las hojas de este árbol.

Las infusiones de las semillas del árbol de café tienen propiedades antioxidantes, debido a esto ayudan a prevenir la aparición de enfermedades degenerativas, como el cáncer. Además, existen estudios que mencionan una posible relación entre el consumo de café y menores riesgos de padecer Parkinson.

Beber café de manera habitual, genera una estimulación de la eliminación de líquidos del organismo. Debido a esto puede ser útil para el tratamiento de enfermedades como la cistitis<sup>24</sup>, nefritis<sup>25</sup> o las infecciones urinarias.

Los granos crudos de café contienen principalmente hidratos de carbono, además de proteínas, grasas y principalmente cafeína. Estos actúan estimulando la corteza cerebral, el centro de la respiración y la circulación; provocando una dilatación de los vasos sanguíneos. El

---

<sup>24</sup> Inflamación de la vejiga urinaria.

<sup>25</sup> Inflamación de los tejidos del riñón.

cafestol<sup>26</sup> ha demostrado en algunos estudios poseer una acción antiinflamatoria y propiedades protectoras frente al cáncer de colon.

Desde el punto de vista nutricional, los distintos principios amargos, que se forman según el grado de tueste, poseen una efectividad específica. El café tostado contiene una media de un 1,3% de cafeína y un 4% de ácidos clorogénicos<sup>27</sup>. Se ha estudiado en múltiples ocasiones hasta qué punto un consumo elevado de café produce niveles altos de presión arterial. Sin embargo, no se ha podido encontrar una demostración científica clara hasta la fecha. El riesgo individual parece depender de la cantidad de café consumida y de la forma de preparación. El efecto del café sobre la concentración de colesterol y el desarrollo de enfermedades coronarias depende del modo de preparación. Aquí desempeña un papel decisivo aparentemente la mayor excreción de calcio por los riñones que produce la cafeína. No obstante, el consumo diario de 2 a 3 tazas de café al día no se considera problemático. Sobre todo, existe controversia acerca de la acción de la cafeína sobre el equilibrio hídrico del cuerpo. Un consumo unitario produce un aumento en la eliminación de agua por parte de los riñones (diuresis) en las siguientes 24 horas, pero al mismo tiempo se produce una mayor excreción de sodio. El contenido de agua intracelular no se ve modificado por la cafeína.

Las personas mayores que beben poco líquido, pero consumen café regularmente deben tener siempre en cuenta contar con una cantidad de líquido libre suficiente. Los estudios europeos más recientes demuestran los efectos positivos del café y de la cafeína sobre el metabolismo de la glucosa y el desarrollo de diabetes de tipo II. Así, un consumo de café de hasta 7 tazas diarias conduce a un riesgo de padecer diabetes inferior en un 33-70%, en comparación con 0-2 tazas al día. Las causas principales de los efectos observados del café no se deben en principio a la cafeína, sino mayoritariamente a las sustancias protectoras antioxidantes.

El Singapore Chinese Health Study<sup>28</sup> demostró que el consumo de 4 o más tazas de café al día produce una reducción en el riesgo de padecer una diabetes de tipo II de un 30%. Existen interacciones farmacológicas entre los medicamentos y el consumo de café.

---

<sup>26</sup> Es una molécula de diterpeno presente en el café. Un grano típico de *Coffea arábica* contiene aproximadamente un 0,6% en peso de cafestol.

<sup>27</sup> Compuestos químicos que poseen acción antioxidante y antiinflamatoria.

<sup>28</sup> Una de las más grandes instituciones asiáticas del mundo; trabaja con datos prospectivos de alta calidad sobre la exposición y la captura integral de morbilidad y mortalidad en el mundo.

## 2.7 Condiciones climáticas que favorecen el cultivo en El Salvador

El mundo está inmerso en un verdadero vicio de café: hoy se consumen más de 9.537 millones de kilos de café en el planeta, un 94,6% más que hace solo 35 años. Todo un éxito para una industria que con su sabor y aroma ha conquistado a millones de personas, pero que ahora atraviesa un momento amargo. El cambio climático está reduciendo las áreas de cultivo en los principales países productores, que por ahora han capeado la tormenta y la escalada de precios gracias a las reservas acumuladas en años anteriores. El futuro, sin embargo, no es esperanzador.

En 2050, el área de cultivo de café en todo el planeta (que ahora llega a casi 11.000 millones de hectáreas, según la FAO<sup>29</sup>) se reducirá en un 50%, según las estimaciones del Instituto de Cambio Climático de Australia.

En América Latina, la zona que lidera la producción de este alimento a escala global, la merma, podría alcanzar hasta el 80% del terreno cultivable para esa fecha, según un análisis publicado en la revista científica estadounidense *Proceedings of the National Academy of Sciences*. “En solo la mitad del área actualmente disponible para la siembra de la materia prima se tendrá que cosechar 2,5 veces más café para satisfacer la demanda futura”, explica Christian Bunn, especialista del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), una organización con sede en Colombia que tiene como objetivo mejorar el uso de los recursos naturales.

Ya en años pasados (2014 y 2015), mientras Brasil (el mayor productor y exportador de este grano en el mundo) enfrentaba su peor sequía en los últimos 85 años, la producción de café global se anotaba un escueto déficit de 218 millones de kilos frente a un consumo imparable, de acuerdo con las cifras de la Organización Internacional de Café. En 2016, la industria global logró resarcir el bache, pero al cierre de 2017 la oferta y la demanda quedaron prácticamente igualadas. Las estimaciones para este año auguran que la demanda seguirá al alza y tocará un récord, con una cosecha que tendrá dificultad para repuntar, según un análisis del Departamento de Agricultura de EE UU. (Granados, 2018)

La disponibilidad de café depende cada vez más del cambio climático, asegura Pablo Imbach, investigador del CIAT. Aunado a ello, las plagas y enfermedades son factores que también están impidiendo saciar la demanda, asegura. Este efecto combinado traerá cambios drásticos en la industria, sugiera el Instituto de Cambio Climático de Australia. Por ejemplo, en México y

---

<sup>29</sup> Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura ONUAA o FAO.

Centroamérica, donde las temperaturas han subido hasta 1 °C y las precipitaciones han disminuido hasta en un 15% desde los años ochenta, los agricultores perderán la mayoría de su zona cafetera en 2050, destaca el informe.

En Etiopía, la cuna del café y el mayor exportador de África, las zonas de cultivo amenazan con reducirse hasta un 60% en caso de que las temperaturas aumenten 4 °C y la emisión de dióxido de carbono se mantenga alta hacia el final de este siglo, destaca un análisis del Real Jardín Botánico de Kew, publicado el año pasado. En otros lugares, los efectos serán menos pronunciados. “Brasil y Vietnam (primer y segundo exportador en el planeta) tendrán dificultades para seguir siendo competitivos”, comenta Bunn. Por el contrario, el clima de 2050 (que para ese entonces podría incrementarse en más de 4 °C de manera global, según la ONU) favorecerá algunas áreas, particularmente las tierras altas de África Oriental, así como Indonesia, Papúa Nueva Guinea y los Andes.

Incluso Estados Unidos (el mayor importador de este producto del planeta) podría convertirse en un participante activo en la producción y exportación de este grano. Al sur de California ya se está explorando la cosecha de esta planta. En dos docenas de granjas a las afueras de Santa Bárbara se están cultivando arbustos de café bajo las copas de viejos árboles de aguacate, cuenta The New York Times. Este puede ser el primer esfuerzo serio de EE UU para comercializar café cultivado fuera de Hawái, hogar del café Kona, uno de los más apreciados en el planeta, destaca el rotativo. (Granados, 2018).

### **2.7.1 Condiciones geográficas**

#### **ESPECIFICACIONES DEL SUELO**

La delicadeza del cultivo protegido es tal, que antes de seleccionar el suelo el cual se van a construir los abrigos o invernaderos, deben analizarse una serie de puntos:

##### **➤ Color**

En términos generales, el color negro de los suelos indica un buen contenido de materia orgánica. Los suelos oscuros son los mejores para el café y los cultivos, en general.

##### **➤ Textura**

La cantidad de fertilizantes aplicados y frecuentemente la poca calidad del agua de riego y los efectos que siguen a la esterilización, conducen a menudo al riesgo de salinización que hace que los productores tengan que lixiviar (disolver los sólidos necesarios) el suelo.

Por consiguiente, un factor de la máxima importancia es la buena permeabilidad. Esto significa, que el suelo debe tener una textura vasta, al menos 50% de arena, alrededor del 30% de limos y el resto de arcilla. Las piedras pequeñas, incluso en grandes cantidades, son beneficiosas bajo un punto de vista físico. Otra ventaja de esta textura es que las capas superficiales del suelo se calientan con mayor rapidez.

#### ➤ **Profundidad**

El sistema radicular de la mayoría de las plantas cultivadas bajo protección no profundiza más allá de 30 o 40 cm. En consecuencia, este valor sirve como indicador de la profundidad mínima necesaria. Hay que tener un cuidado especial en evitar las causas que dificultan el drenaje, como la existencia de un estrato arcilloso bajo esta primera capa o de una costra continua.

#### ➤ **Estructura**

Es la forma como se agrupan las partículas o granos del suelo y es determinante para el crecimiento y penetración de las raíces. Es de gran importancia en la permeabilidad del suelo, en la facilidad para trabajarlos y en la resistencia a la erosión.

La estructura se puede mejorar o dañar con las labores de cultivo.

La mejor para el café es la de tipo granular.

#### ➤ **Porosidad y permeabilidad**

Al agruparse los granos o partículas del suelo para formar terrones, quedan entre ellos espacios de tamaño variable denominados poros, que son ocupados por el agua y el aire.

La permeabilidad se refiere a la velocidad con la que el agua y el aire circulan o se mueven a través de los poros del suelo. Los suelos arenosos son de permeabilidad alta y los arcillosos de baja permeabilidad. Los mejores suelos para el café son los francos, en los cuales la permeabilidad es moderada.

#### ➤ **Profundidad efectiva**

Se llama así a la distancia hasta donde las raíces de la planta pueden penetrar fácilmente en busca de agua y alimento.

A mayor profundidad efectiva del suelo mejor será el desarrollo radical del cafeto. En general, un suelo para cultivar café es profundo si permite la penetración de las raíces hasta 80 centímetros.

La erosión ocasionada por las inadecuadas prácticas de desyerba del cultivo, disminuye la profundidad efectiva del suelo.

#### ➤ **Propiedades químicas del suelo**

Las más importantes son: pH o acidez, fertilidad, materia orgánica. Son determinadas en el laboratorio mediante el análisis químico de suelos.

#### ➤ **Grado de acidez o pH**

Esta medida varía entre 1 y 14. Los suelos buenos para café deben tener una acidez entre 5 y 5.5. Al cafeto no le convienen suelos con valores de la acidez por debajo de 5 o por encima de 5.5, pues se dificulta la nutrición del cultivo.

#### ➤ **Fertilidad**

Esta propiedad del suelo está estrechamente relacionada con la cantidad disponible de nutrientes para las plantas.

Los elementos nutritivos que el cafeto requiere en mayor cantidad son: Nitrógeno, Fósforo y Potasio. El cafeto necesita en menor cantidad de Calcio - Magnesio, Azufre - Hierro, Zinc - Manganeso, Boro - Cobre. La carencia de alguno de estos nutrientes afecta el normal crecimiento y desarrollo de la plantación cafetera al igual que su producción potencial, tanto en calidad como en cantidad de café.

Un suelo que presente mediana a baja fertilidad se puede mejorar con la aplicación de fertilizantes. En general, se puede decir que para el cultivo del cafeto son más importantes las buenas condiciones físicas del suelo que su fertilidad natural.

#### ➤ **Materia orgánica**

Está representada por los residuos descompuestos de plantas y animales. La pulpa de café descompuesta aporta materia orgánica a los suelos. La materia orgánica tiene mucha importancia para obtener una alta productividad del cultivo. Influye en forma decisiva en el

mejoramiento de las condiciones físicas del suelo, favorece la retención de humedad y es el principal sustrato para el desarrollo de pequeños organismos que la transforman en una gran fuente de alimento para el cafeto. Los suelos buenos para cultivar café deben tener contenidos de materia orgánica mayores al 8%.

En resumen, los mejores suelos para el cultivo del cafeto son los francos, de buena profundidad efectiva, con estructura granular, buena aireación y permeabilidad moderada.

### **ALTITUD**

En El Salvador, el rango ideal de altitud para el cultivo del cafeto es de 500 a 1,800msnm., fuera de esos rangos, no se recomienda su cultivo, debido a la temperatura que actualmente se presenta en esas zonas geográficas del país.

La zona cafetalera del país está distribuida en los siguientes estratos de altitud: Central Standard, menos de 800 msnm, Media Altura (de 800 a 1200 msnm) Estricta Altura (más de 1200 msnm). (ver figura 10).

### **LLUVIA**

El rango óptimo de precipitación pluvial (lluvia) para una buena producción de café se encuentra entre 1200 y 1600 mm por año, distribuidos en 5 o 6 meses. En El Salvador, se presenta un período seco, que usualmente va de noviembre a abril (verano) y otro lluvioso, de mayo a octubre (invierno). En la actualidad las altas lluvias están generando que los cultivos se dañen y generen mala calidad en los cafetos de baja y media altura, los cuales a largo plazo son propensos también a plagas como la Roya.

### **VIENTO**

Los vientos suaves o moderados de 5 a 15 kilómetros por hora favorecen el microclima de los cafetales, mientras que vientos mayores de 15 kilómetros por hora provocan daños mecánicos en hojas, ramas y tallos, además de la caída de frutos y pérdida de humedad del suelo, acentuándose más estos problemas cuando los vientos ocurren en la época seca.

## 2.8 Análisis de comercialización

La producción de café en El Salvador se destina, casi en su totalidad, a la exportación, siendo práctica de la actividad dejar el café de más baja calidad para la agroindustria local y por ende para el consumo interno.

El núcleo central del conglomerado de café en El Salvador consta de las siguientes etapas: una primera etapa de cultivo del café representada por los caficultores, una segunda etapa de beneficiado del café, en esta etapa se desprende una pre-etapa de despulpe del café a la que se conoce como pergaminado, por lo que a esta etapa se la definió como pergamineros y beneficiadores, una tercera etapa de exportación, realizada en su gran mayoría por beneficiadores/exportadores, y una etapa adicional de tostado que la realizan empresas locales a nivel nacional.

Los principales entes que intervienen en las etapas de comercialización en el medio económico del país son los siguientes:

- **CAFICULTORES:** Es donde arranca todo el proceso, siendo los responsables de la generación del producto. Su participación en la comercialización se limita a la de vendedor.

Tabla 6.

Total de Productores de Café en El Salvador

Región	Productores	%	Hombres	Mujeres	Jurídicos	Mz	%	Producción Cosecha 2016/2017	Producción Cosecha 2017/2018	% Producción Cosecha
ALOTEPEC-METAPAN	1,440	6%	982	409	49	3,788.0	2%	19,658	21,041	2%
APANECA-ILAMATEPEC	10,802	46%	6611	3685	506	99,651.5	50%	451,617	483,588	53%
CACAHUATIQUE	1,468	6%	878	549	41	8,830.2	4%	31,525	33,744	4%
CHICHONTEPEC	2,456	10%	1510	900	46	10,864.8	5%	35,770	38,287	4%
EL BALSAMO-QUEZALTEPEQUE	4,419	19%	2648	1439	332	52,827.0	26%	219,582	235,121	26%
TECAPA-CHINAMECA	3,093	13%	1765	1198	130	23,508.6	12%	87,448	93,644	10%
<b>Total</b>	<b>23,678</b>	<b>100.0%</b>	<b>14,394</b>	<b>8,180</b>	<b>1,104</b>	<b>199,470</b>	<b>100.0%</b>	<b>845,600</b>	<b>905,425</b>	<b>100%</b>

Porcentaje 60% 35% 5%

Fuente: CSC, 30 de abril de 2019.

Existen aproximadamente 23,678 productores de café en el país, de los cuales aproximadamente el 81% son pequeños productores con propiedades menores a las 25 manzanas de café, quienes producen menos del 21% de la producción nacional de café.

La distribución por área geográfica y por su clasificación de género es la siguiente:

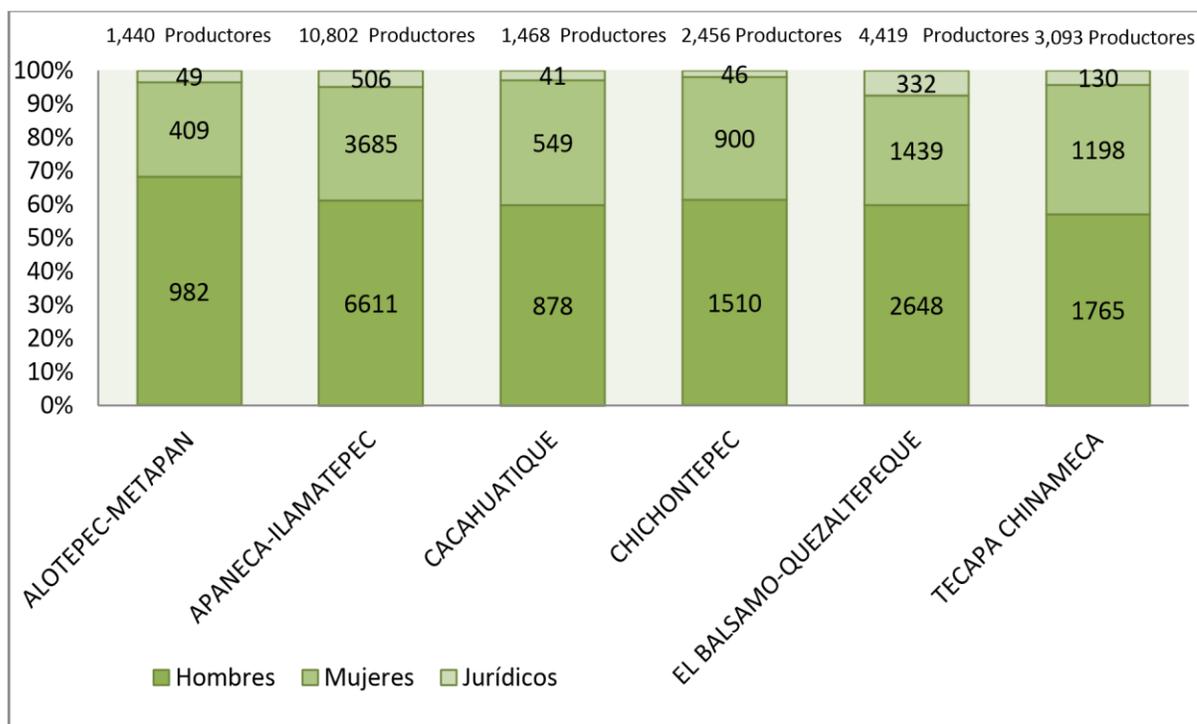


Figura 25. Gráfico de Productores Región/Genero. Fuente: CSC, 30 de abril de 2019

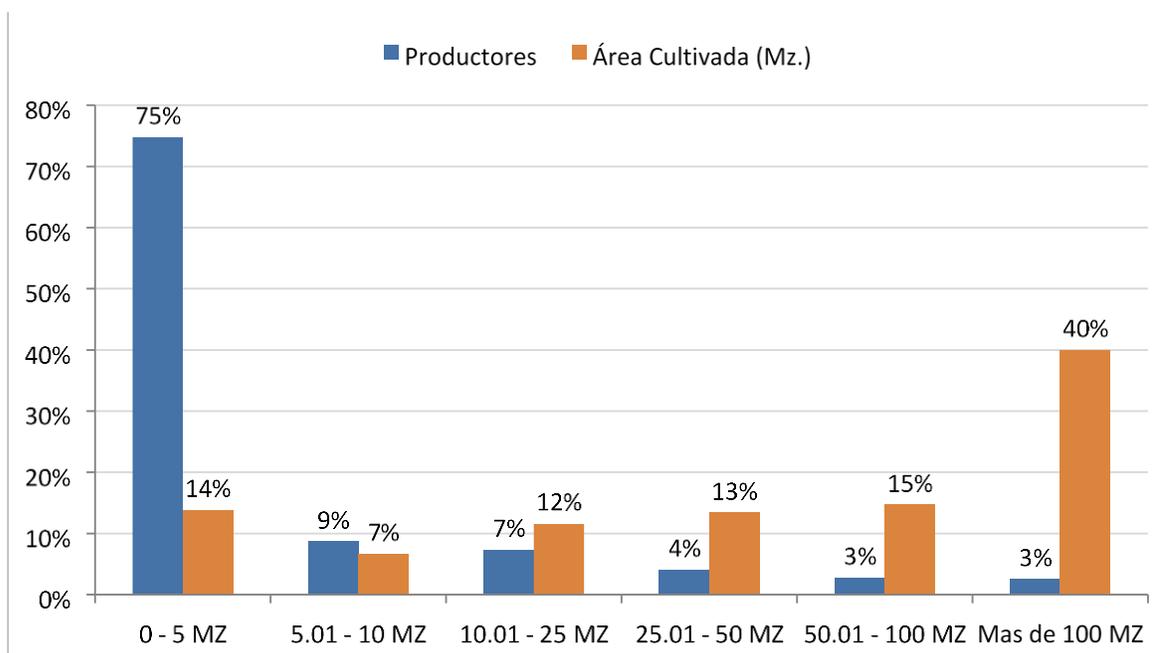


Figura 26. Productores por Área cultivada (Manzana). Fuente: CSC, 30 de abril de 2019.

Los productores de café en minoría de manzanas se han reducido considerablemente con el pasar de los años. Los grandes cafetaleros del país y cooperativas han abarcado la mayoría de las zonas de cultivo de alta calidad del país, el riesgo de pérdidas es menor para una organización con mayor sostenibilidad y mayores recursos de producción.

Tabla 7.

Productores por Departamento

DEPARTAMENTO	PRODUCTORES	%
SANTA ANA	5,234	22.1%
LA LIBERTAD	3,685	15.6%
SAN SALVADOR	3,209	13.6%
AHUACHAPAN	2,562	10.8%
SONSONATE	2,006	8.5%
USULUTAN	1,758	7.4%
SAN MIGUEL	1,395	5.9%
CHALATENANGO	1,117	4.7%
LA PAZ	949	4.0%
MORAZAN	738	3.1%

SAN VICENTE	513	2.2%
CUSCATLAN	343	1.4%
LA UNION	94	0.4%
CABAÑAS	75	0.3%
<b>TOTAL</b>	<b>23,678</b>	<b>100%</b>

Fuente: CSC, 30 de abril de 2019.

La zona occidental del país sigue predominando entre las zonas del país donde se cultiva el café. Las zonas tropicales, y tierras de altura siguen siendo las más propicias para el cultivo del café de calidad, aunque cabe resaltar que en la zona central del país existe aproximadamente un 30% del total de áreas de café, un porcentaje bastante amplio que demuestra la variedad de tierras que posee la Región II del mapa cafetalero.

- **BENEFICIADORES PERGAMINEROS:** Procesan el café hasta el estado de pergamino, realizando actividades de compra a productores y ventas a trilladores y Beneficiadores/Exportadores. La mayoría de los pergamineros realizan el beneficio en forma artesanal y el volumen de producción procesado es reducido en comparación con el que benefician los que pertenecen al grupo beneficiador/exportador. Su influencia en el mercado de café es poco significativa, ya que en su mayoría son pequeños pergamineros. De acuerdo a los registros del CSC existen aproximadamente 225 beneficiadores pergamineros en el país.
- **BENEFICIADORES / EXPORTADORES:** Estos actores realizan la transformación de la café uva, verde, pepena o pergamino a oro, y a la vez comercializa el producto con el exterior. Estos son los participantes que prevalecen en el proceso de mercadeo del café, al obtener la mayor parte de la producción, proveniente en mayor proporción de los productores. De acuerdo a las estadísticas que maneja el CSC, existen 17 beneficiadores que son al mismo tiempo exportadores, y aproximadamente 72 exportadores.
- **TORREFACTORES:** Este grupo es el que se encarga de procesar el café para el consumo a nivel interno, el cual empacan en presentaciones diferentes. La mayor parte se queda a nivel nacional, aunque existe una menor parte que se exporta principalmente como soluble. Existen aproximadamente 80 tostadores locales.

### 2.8.1 Principales países consumidores de Café

Latinoamérica juega un papel protagónico en la producción y comercio internacional del café en el mundo. La participación de los países latinoamericanos en las exportaciones mundiales de café estuvo en un rango del 75% - 85%, siendo los principales exportadores Brasil, Colombia, México y Centroamérica. Para la economía latinoamericana, la comercialización del café contribuye fuertemente en la generación de divisas y en el empleo de trabajadores en el campo, principalmente en aquellos países donde la producción y las exportaciones de café tienen un peso relativo importante. A partir de la década de los años 80, la mayoría de los países latinoamericanos inicia una estrategia de promoción de exportaciones no-tradicionales, por lo que el peso relativo de los productos tradicionales disminuyó (principalmente productos agrícolas como café, banano, tabaco y granos básicos), pero no por ello su impacto en los principales indicadores económicos (exportaciones, empleo y PIB) deja de ser importante.

El café de El Salvador se comercializa principalmente con Estados Unidos y Alemania, pero al ser los intermediarios internacionales los que compran más del 99% del café exportado de El Salvador, el productor salvadoreño no tiene la oportunidad de conocer a su comprador (tostador internacional) y menos aún los gustos y preferencias de su consumidor final. Sin embargo, el país se ha caracterizado por cumplir sus contratos y por dar un buen servicio de abastecimiento a los mercados internacionales de tradicional atención. De acuerdo con los datos del CSC (ver tabla 8), son 8 países los principales comercializadores internacionales que compran más del 80% de las exportaciones nacionales de café.

*Tabla 8.*

Países destino del café salvadoreño cosecha 2018/2019.

PAIS	2017/2018			2018/2019*		
	Quintales	US\$	%	Quintales	US\$	%
USA	325,747	48842,133	42.8%	200,204	24890,336	50.5%
Alemania	113,603	13687,359	14.9%	34,396	4015,323	8.7%
Bélgica	60,180	7405,192	7.9%	35,603	4275,370	9.0%
Japón	55,750	8906,465	7.3%	26,199	3458,688	6.6%
Italia	52,732	7641,609	6.9%	31,842	3846,515	8.0%
Reino Unido	38,252	7688,248	5.0%	11,669	1775,703	2.9%

Corea	17,039	3215,307	2.2%	6,657	932,138	1.7%
Canadá	16,120	2106,729	2.1%	10,516	1245,964	2.7%
Malasia	13,200	1861,844	1.7%	-	-	0.0%
Australia	11,474	2684,197	1.5%	3,811	670,538	1.0%
Suecia	9,450	1171,598	1.2%	18,900	2192,382	4.8%
Taiwán	8,492	1561,029	1.1%	2,950	420,081	0.7%
Francia	6,852	1409,303	0.9%	2,301	417,809	0.6%
Holanda	6,560	898,252	0.9%	-	-	0.0%
Sur África	6,810	847,230	0.9%	1,695	179,379	0.4%
Finlandia	3,600	505,017	0.5%	3,600	430,007	0.9%
China	2,235	559,792	0.3%	540	109,421	0.1%
Nueva Zelanda	2,066	530,796	0.3%	819	207,273	0.2%
Grecia	1,941	365,153	0.3%	1,238	200,896	0.3%
México	1,653	217,534	0.2%	-	-	0.0%
Noruega	1,311	396,368	0.2%	-	-	0.0%
Ucrania	1,203	338,698	0.2%	413	106,479	0.1%
Arabia Saudita	723	235,612	0.1%	847	255,909	0.2%
Austria	653	176,090	0.1%	-	-	0.0%
Letonia	507	167,895	0.1%	-	-	0.0%
Singapur	467	91,973	0.1%	-	-	0.0%
Líbano	413	52,181	0.1%	-	-	0.0%
España	399	120,786	0.1%	413	42,570	0.1%
Vietnam	382	56,090	0.1%	-	-	0.0%
Dubái	363	85,200	0.0%	413	45,808	0.1%
Chile	197	44,770	0.0%	180	24,613	0.0%
Rep. Checa	190	38,654	0.0%	-	-	0.0%
Paraguay	105	25,110	0.0%	-	-	0.0%
Hong Kong	47	13,388	0.0%	16	11,183	0.0%
Argentina	30	10,920	0.0%	-	-	0.0%
Estonia	15	5,339	0.0%	-	-	0.0%
Belice	8	2,911	0.0%	8	3,705	0.0%
Jordania	7	2,772	0.0%	-	-	0.0%

Honduras	3	1,444	0.0%	-	-	0.0%
Fed. Rusia	-	-	0.0%	99	23,925	0.0%
Qatar	-	-	0.0%	16	3,522	0.0%
Portugal	-	-	0.0%	825	82,500	0.2%
Polonia	-	-	0.0%	413	42,529	0.1%
<b>Total</b>	<b>760,778</b>	<b>113970,986</b>	<b>100%</b>	<b>396,577</b>	<b>49910,563</b>	<b>100%</b>

Fuente: CSC, 30 de abril de 2019.

Actualmente Norteamérica es el destino del 50.5 % de las exportaciones de café salvadoreño; Europa, aproximadamente del 30 %, con mayor participación de Alemania, Bélgica, Reino Unido e Italia. Asia es el destino del casi 16 % del café salvadoreño. En las tendencias actuales, el mercado asiático se presenta como el blanco de la diana para los caficultores salvadoreños, que pretenden ampliar su presencia en ese continente por el crecimiento que presenta y las condiciones de compra que ofrece.

De acuerdo al Consejo Salvadoreño del Café (2018) ... "actualmente las exportaciones hacia países asiáticos representan el 17% de los envíos, pero la idea es crecer, porque es en ese mercado donde se están pagando los mejores precios, porque se especializan en café de alta calidad. Algunos países como China pueden pagar en \$250 el quintal del grano, seguidos de Japón, donde se paga en \$200 y Taiwán, cuyo precio en la última cosecha fue de \$157 por quintal."

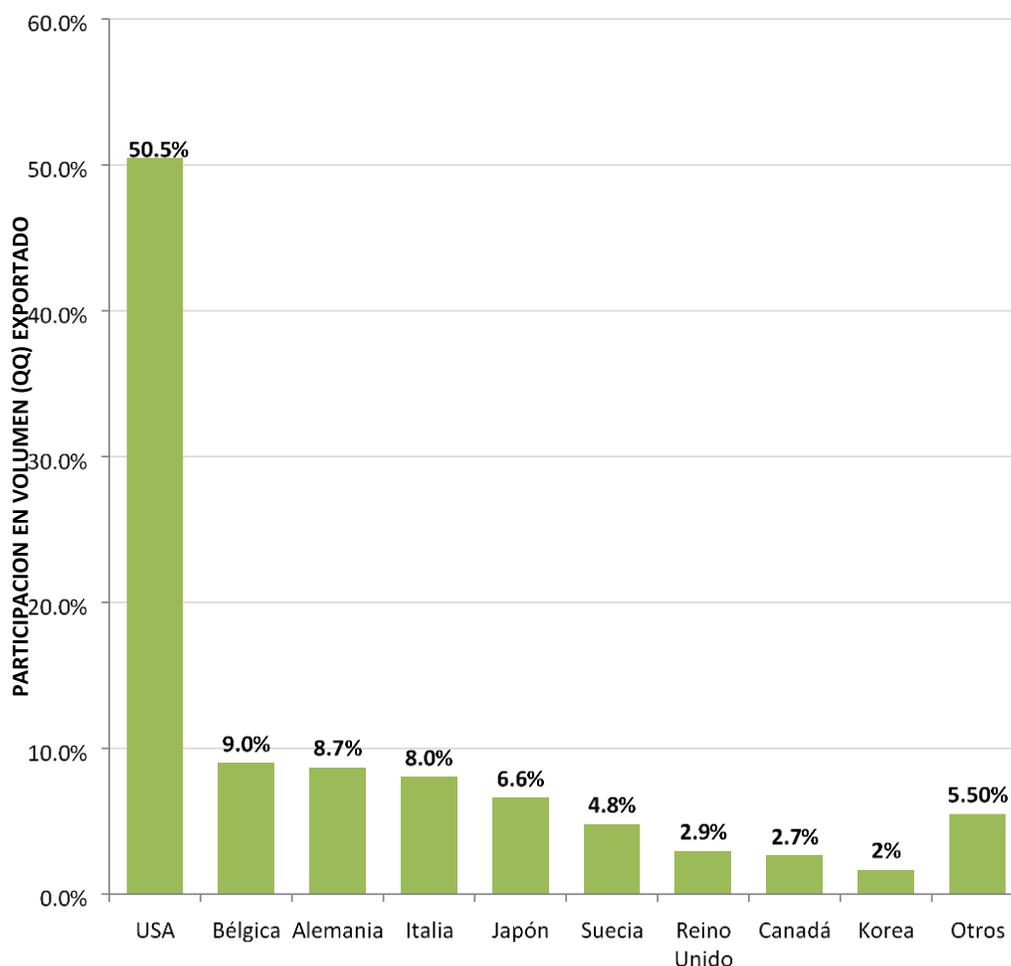


Figura 27. Exportaciones de café por país destino cosecha 2018/2019. Fuente: CSC, 30 de abril de 2019.

### 2.8.2 Principales Compradores de Café Salvadoreño

Estos comercializadores venden el café a las grandes tostadoras, quienes han visto aumentado su poder de negociación ya que han identificado fórmulas agradables al consumo que no requieren altas calidades de café, sino que permite el uso de cafés inferiores. Esto se tuvo que hacer debido a que se había deteriorado el sabor del café debido a la mala calidad de las bebidas elaboradas a partir de volúmenes excesivos de granos defectuosos de café que afectaban el sabor natural, constituyendo un freno para atraer nuevos consumidores, particularmente los jóvenes. Sin embargo, el público adulto consumidor de café se ha caracterizado por tener una alta lealtad a la marca más que a identificar la calidad o el origen del tipo de café que consume.

En cuanto a la demanda local ésta es poco sofisticada. No existe un diseño de mercadeo y promoción del café salvadoreño y los intentos que se han hecho en esa línea han sido aislados (por compañías individuales que tratan de mercadear su café) por lo cual no han tenido un impacto visible. Además, se debe recalcar la mala imagen que tiene el café dentro del gremio médico, debido al consumo de mezclas de café de mala calidad que de acuerdo a los médicos son los primeros causantes de la gastritis y otras enfermedades, lo cual no impulsa el crecimiento de la demanda, sobre todo, a nivel local.

Los principales compradores del mercado cafetalero de El Salvador son los siguientes:

*Tabla 9.*

Exportaciones de café por comprador cosecha 2018/2019.

<b>No.</b>	<b>Comprador</b>	<b>QUINTALES</b>	<b>%</b>
1	ECOM AGROINDUSTRIAL CORP. LTD.	79,949.99	20.2%
2	COEX COFFEE INTERNATIONAL, INC.	72,060.00	18.2%
3	PARAGON COFFEE TRADING CO. L.P.	27,037.50	6.8%
4	PANAMERICAN COFFEE TRADING CO. S.A.	17,265.00	4.4%
5	ITOCHU CORPORATION	14,032.40	3.5%
6	VOLCAFE LIMITED (LTD)	13,695.00	3.5%
7	COFFEE AMERICA (USA) CORPORATION	12,375.00	3.1%
8	N.V. GROUP SOPEX S.A.	11,550.00	2.9%
9	BLISS PRODUCTS INTL CORP	11,378.15	2.9%
10	EFICO NV	8,490.00	2.1%
11	VOLCAFE USA LLC	8,250.00	2.1%
12	INTERNATIONAL COFFEE CORP.	7,833.00	2.0%
13	BENECKE COFFEE GMBH & CO. KG	7,800.00	2.0%
14	BERNHARD ROTHFOS GMBH	7,357.50	1.9%
15	RGC COFFEE INC.	6,187.50	1.6%
16	N.V. COFFEETEAM, S.A.	5,137.50	1.3%
17	INTERKOM SPA	4,687.50	1.2%
18	NKG BERO ITALIA S.P.A.	4,446.00	1.1%
19	COFCO AMERICAS RESOURCES CORP.	3,750.00	0.9%
20	MERCON B.V.	3,712.50	0.9%
21	OTROS	69,582.29	17.5%

<b>TOTAL</b>	<b>396,577</b>	<b>100%</b>
--------------	----------------	-------------

Fuente: CSC, 30 de abril de 2019.

Los países latinoamericanos han exportado, principalmente, a Europa y USA. Tradicionalmente se exporta a empresas globales que son consideradas como intermediarias, quienes a su vez venden el café oro a las grandes torrefactoras multinacionales. Actualmente, entre los intermediarios más comunes, de los antes mencionados cabe resaltar principalmente a ECOM AGROINDUSTRIAL CORP. LTD con sede en Suiza, COEX COFFE International y PARAGON COFFEE TRADING CO. L.P con base en Estados Unidos, siendo estos los que representan casi la mitad del total de producción de El Salvador.

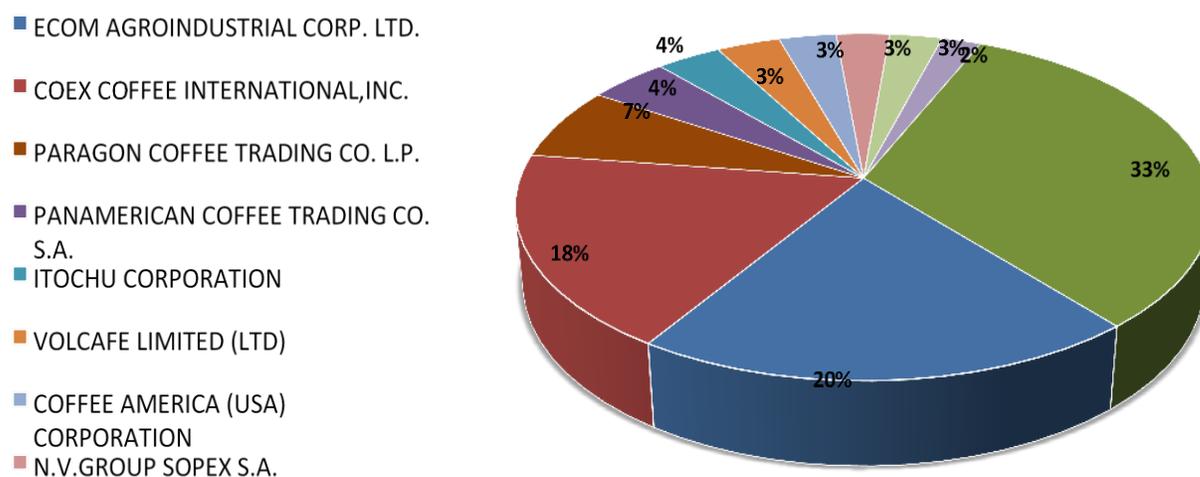


Figura 28. Diagrama de exportaciones de café por comprador cosecha 2018/2019. Fuente: CSC, 30 de abril de 2019.

### 2.8.3 Proceso de comercialización del café

El Salvador es uno de los países que más volumen de exportación genera en Centroamérica. Su riqueza cultural y agrícola hace de él un candidato perfecto para competir por los primeros puestos del top de exportadores de la región. Uno de los principales productos a exportar por parte del país salvadoreño es, sin duda, el café. Todo parece indicar que las exportaciones de café están aumentando y que es un buen momento para hacerlo.

Los países que más demandan el café salvadoreño son Estados Unidos, Japón y Alemania. Pero cada vez son más los mercados que se abren a la exportación de café de El Salvador. El proceso de comercialización es un proceso fácil que permite a todos los sectores desarrollar las

transacciones de una forma segura y rápida. De parte de las instituciones encargadas de ese rubro no se presentan impedimentos para lograr las ventas deseadas.

El principal lugar donde realizar los trámites para exportar café desde El Salvador es el SICEX, la oficina virtual del Sistema Integrado de Comercio Exterior de El Salvador. En esta oficina se encuentran los requisitos necesarios sobre documentación y procesos a realizar.

### **Documentación necesaria para exportar café en El Salvador**

- **Autorización de exportación:** Es uno de los documentos más importantes. Se puede tramitar electrónicamente o presencialmente en las oficinas del CIEX El Salvador<sup>30</sup> (la versión presencial del SICEX), la cual es una de las áreas de negocio que posibilita a las personas naturales y jurídicas registrarse como exportador, a través del Sistema Integrado de Comercio Exterior (SICEX), con el objeto de habilitarlas para obtener a través del sistema en mención los documentos legalmente necesarios para exportar productos.
- **Requisitos por país de destino.** Los países de destino están clasificados en diferentes categorías, y cada uno de ellos necesita un documento especial. Si el destino está en Centroamérica, el CIEX remitirá el Formulario Aduanero Único de Centroamérica (FAUCA), y se emitirán telemáticamente los impuestos de entrada en las respectivas aduanas. Si las exportaciones son fuera de Centroamérica, se necesita la Declaración de Mercancías<sup>31</sup> (DM).
- **Requisitos por producto controlado.** En el caso del café, existe una inscripción especial en el CSC (Consejo Salvadoreño del Café), donde se realizan trámites para el permiso de exportación exclusivo de este sector:
  - a) Solicitud de Permisos de exportación.
  - b) Solicitud de inscripción de venta.
  - c) Contrato de venta.
  - d) Solicitar la inscripción de la venta.
  - e) Solicitar el Permiso de Exportación, con su carta de resguardo y Certificado de Origen.

---

<sup>30</sup> Centro de Trámites de Importaciones y Exportaciones.

<sup>31</sup> la Declaración de Mercancías es una declaración realizada de modo prescrito por la Aduana, mediante la cual las personas interesadas (importador/exportador o agente) indican qué régimen aduanero deberá aplicarse a las mercancías y mediante la cual se suministran los detalles que la Aduana requiere para la aplicación del régimen mencionado. De acuerdo con el Anexo General del Convenio de Kyoto Revisado (CKR) 1974.

- f) Solicitar los mandamientos de la Tasa de Registro y Contribución Especial al Delegado de Hacienda.

El Departamento de Exportaciones establecido a partir de la Ley del Consejo Salvadoreño del Café, Artículos 18 y del 21 al 42, es responsable del registro de los contratos de ventas al exterior y la emisión de los permisos de exportación del café; de igual manera, lleva el registro de los exportadores, beneficiadores, compradores del exterior y otros agentes vinculados a las exportaciones de café.

A partir de dichos registros se genera importante información de mucho impacto precisa y confiable, que es canalizada a través del Departamento de Estudios Económicos y Estadísticas Cafetaleras para su divulgación y análisis. La información de mayor relevancia es:

1. Las ventas a futuro;
2. Las exportaciones por calidades;
3. Destinos en el mundo;
4. Compradores;
5. Mes de embarques y puertos de destino;
6. Los diferenciales de precios respecto a las cotizaciones en la Bolsa de Nueva York;
7. Las divisas generadas;
8. Los precios de venta.

El seguimiento y análisis de los principales mercados del café salvadoreño y el comportamiento del segmento de cafés especiales son un valioso aporte para la estrategia de promoción de la marca “Café de El Salvador”.

- **Certificado de origen.** Es el documento que permite a un importador o exportador acreditar el país o región de donde se considera originaria una mercancía y sirve para recibir preferencias arancelarias. Este será aplicado solo si la aduana en destino lo exige, que suele ser lo más común.
- **Certificado Fitozoosanitarios.** Al ser el café un producto de origen vegetal, se debe certificar que el producto esté libre de insectos, ácaros, bacterias, hongos, etc. O cualquier ente que podría atentar contra la salud de los consumidores.

#### 2.8.4 Mecanismos de comercialización externa

El mercado internacional del café se ha caracterizado desde sus inicios por cambios inesperados en el equilibrio de la oferta y la demanda, acentuándose estos durante las últimas dos décadas, no pudiendo determinarse cuando o en que época del año puede venderse a un mejor precio. En la comercialización externa están relacionadas todas las actividades de captación de café en los beneficios, fijaciones de precio interno, ventas al exterior, registros de las mismas, embarques, cobranzas y liquidaciones a productores.

El mercado de referencia para el café salvadoreño lo constituye la BOLSA DE NEW YORK<sup>32</sup>. La Bolsa de Nueva York es un mercado altamente organizado y sus características principales son:

- A) Tamaño del Contrato
- B) Horas de Contratación
- C) Meses de entrega o posiciones
- D) Precio del contrato “C”.

El servicio de precios del Consejo Salvadoreño del Café colecta, procesa, analiza y distribuye información importante sobre el mercado de café y la pone a la disposición de los productores para que estos desarrollen una buena base de conocimientos y de esta forma puedan optimizar el proceso de toma de decisiones.

La información proporcionada les permite a los involucrados en este rubro conocer el contexto de los precios internacionales del negocio del café en la bolsa de Nueva York.

---

<sup>32</sup> La Bolsa de Nueva York es el mayor mercado de valores del mundo en volumen monetario y el primero en número de empresas adscritas. La Bolsa de Nueva York cuenta con un volumen anual de transacciones de 36 billones de dólares, incluyendo los 12 billones de compañías no estadounidenses. Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Bolsa\\_de\\_Nueva\\_York](https://es.wikipedia.org/wiki/Bolsa_de_Nueva_York)

# Cierre de Precios

Viernes 21 de junio de 2019



## Precios de Café del Contrato "C" Dólares por Quintal-Oro

Posición	Apertura	Alto	Bajo	Cierre	Variación (US\$)	Cambio (%)	Interés Abierto
Sep/2019	102.00	102.75	100.20	<b>100.65</b>	-1.15	-1.13%	132,014
Dic/2019	105.45	106.20	103.85	<b>104.25</b>	-1.10	-1.04%	62,305
Mar/2020	108.80	109.70	107.45	<b>107.80</b>	-1.00	-0.92%	32,344
May/2020	111.70	111.75	109.75	<b>109.90</b>	-1.00	-0.90%	23,446
Jul/2020	112.90	113.15	111.55	<b>111.75</b>	-1.00	-0.89%	6,724
Sep/2020	115.15	115.15	113.40	<b>113.60</b>	-1.00	-0.87%	5,543
Dic/2020	118.00	118.00	116.55	<b>116.55</b>	-0.95	-0.81%	7,319
Mar/2021	0.00	119.50	119.50	<b>119.50</b>	-0.90	-0.75%	0

### Comparación con respecto a la sesión anterior

Volumen anterior 40,558 lotes  
Interés abierto: 276,349 lotes

El interés abierto bajó  
**(793)** lotes

Los precios del Contrato "C" son de referencia y están expresados en dólares estadounidenses (US\$) por un quintal-oro de café arábica lavado de calidad convencional, certificado por la Bolsa de Nueva York

Figura 29. Cierre de precios del café año 2019, según contrato "C" de la Bolsa de Nueva York. Fuente: CSC, junio 2019.

La comercialización externa es ejercida por los exportadores autorizados por el CSC, quienes negocian el café con una gama de compradores, realizándose de diferentes formas:

- i. Ventas FOB (out-right):** El exportador define el precio con el comprador en forma inmediata al convenir los términos de la negociación, siendo ellos: calidad, cantidad, mes de embarque, puerto de embarque, destino, margen de tolerancia en el peso, términos de pago y precio.
- ii. Ventas por fijar:** Se definen todas las condiciones anteriores, excepto el precio, se negocia el diferencial de precio, para establecer posteriormente el precio FOB, utilizando los mercados a futuro como mecanismo de fijación.
- iii. Contratos A.A. (contractuales):** Mediante este mecanismo el exportador, requiere mantener una cuenta bursátil con una casa comisionista, a fin de poder tomar posiciones

cortas para cubrir sus inventarios; mientras que el comprador potencial tendrá que tener una cuenta bursátil y sus posiciones largas, para fijarle precio a sus compras físicas.

- iv. Precio:** Al efectuar las negociaciones bajo el mecanismo de precio a fijar o contratos A.A., es conveniente tener en cuenta que la referencia del precio, es la posición spot del mercado de New York – Contrato C.

Para cerrar la operación de café en físico, el exportador utilizará las ordenes A.A., las cuales se darían a conocer a la firma compradora. Esta transacción se efectúa fuera del piso de la bolsa, el comprador y el vendedor acuerdan un precio que debe estar registrado dentro del rango de precios de la historia del contrato, máximo y mínimo de la posición en referencia. Después del primer día de noticias de entrega únicamente se aceptan “AA” dentro del rango del día. Después de haber definido el precio de “AA”, el Exportador (vendedor), recibirá en su cuenta bursátil una compra al precio convenido, y este precio será el que le corresponderá a su café físico. Se puede decir que este mecanismo es una modalidad del precio a fijar, con la diferencia que requiere la apertura de una cuenta bursátil. Asimismo, al convenir el precio, la posición abierta en bolsa se liquida, ya sea con utilidad o con pérdida dependiendo del precio convenido.

Los términos económicos de los contratos de venta son: Precio, Fecha de Pago, Peso y Puerto de embarque, que se describen a continuación:

- **Precio:** Al efectuarse las negociaciones bajo el mecanismo de precio a fijar o contratos A.A., es conveniente a tener en cuenta que la referencia del precio, es la posición Spot del Mercado de New York – Contrato C, del mes de embarque así:
- **Mes de embarque Posición Contrato “C”:**
  - Enero-febrero-marzo
  - Marzo-abril-mayo
  - Mayo-junio-julio
  - Julio-agosto-septiembre
  - Sept-oct-nov-diciembre

Lo anterior se aplica también a las ventas OUTRIGHT, ya que se toma de referencia, el precio de la posición spot del mes de embarque descontando o sumando el diferencial de precio vigente al momento de la negociación. El diferencial de precio en algunos casos es positivo o negativo dependiendo de la fuerza que tenga el mercado en ese momento.

- **Fecha de Pago:** Generalmente la fecha de pago por parte del comprador es contra la presentación de los documentos de embarque, en el banco designado para efectuar la cobranza.
- **Peso:** En los contratos de venta existe la cláusula del margen de tolerancia del peso.
- **Puerto de Embarque:** Los puertos de embarque del café salvadoreño son el Puerto de Acajutla, Santo Tomás de Castilla, Puerto Cortés, Puerto Barrios y ocasionalmente Cutuco, la selección del puerto de salida es de acuerdo a lo negociado entre el vendedor y exportador.

### 2.8.5 Mecanismos de comercialización interna

La comercialización interna consiste en la negociación del café entre productor y agente comercializador. Los productores pueden comercializar su café en estados de: verde fresco, uva fresca, cereza seca y pergamino seco, estos tipos de cafés son sujetos a un rendimiento de comercialización previamente establecido.

En cuanto al régimen establecido para el comercio del café, el REGLAMENTO PARA LA APLICACIÓN DE LA LEY ESPECIAL PARA LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD Y COMERCIALIZACIÓN DEL CAFÉ, define la comercialización interna del café como “toda operación que signifique transferencia de la propiedad del café, hecha a título legal entre personas naturales o jurídicas domiciliadas en el país, ya sea directamente, por medio de sus representantes autorizados o a través de la gestión de un intermediario autorizado”.<sup>33</sup> Esta ley protege la propiedad y comercialización interna del café, garantizando a los diferentes agentes que intervienen en la mencionada actividad productiva; que los resultados de su esfuerzo no se vean perjudicados como consecuencia de hechos delictivos. Además, está contemplado el interés del Estado en la percepción de los impuestos correspondientes.

Los Agentes Económicos que participan en la comercialización interna, a los que hacer referencia la Ley Especial, además de los productores son: los exportadores, beneficiadores/exportadores, agentes de los beneficiadores/ pergamineros, tostadoras locales e intermediarios.

---

<sup>33</sup> Origen: MINISTERIO DE JUSTICIA Y DE ECONOMIA Estado: Vigente. D.E. N° 41, del 7 de octubre de 1994, publicado en el D.O. N° 195, Tomo 325, del 21 de octubre de 1994.

La comercialización del café la efectúan los productores, con base a las disposiciones emanadas para la comercialización externa, si ésta se realiza sobre la base de cupos, el productor debe vender sobre esa referencia, si no existe regulación puede vender como lo desee. Los mecanismos de venta del productor con o sin regulación pueden ser, entre otros:

✓ **Ventas contra las entregas previas de café del productor.**

El productor después de haber entregado el café al beneficiador/exportador, puede decidir el porcentaje de venta, el cual puede estar por debajo de los porcentajes autorizados por el Consejo o superior a éste, siempre y cuando exista acuerdo por parte del beneficiador, en función de la disponibilidad de cupo que mantenga. De no existir regulación puede vender el 10% de su cosecha en el momento que lo estime conveniente. Los precios de referencia siempre son la posición spot del contrato C de Nueva York, así si decide vender en junio/2019, el precio de referencia será septiembre/2019<sup>34</sup> sumando o restando el diferencial de precio vigente en el mercado internacional. (ver figura 23).

✓ **Determinación del precio interno de compra.**

El precio interno de compra es el resultado del precio de venta al exterior obtenido por el beneficiador/exportador, el cual se descompone de la siguiente forma:

**Precio cotizado en bolsa**

(-) Tasa de registro contrato de exportación Consejo Salvadoreño del Café (\$0.50 por quintal de café)

(-) Retención por contribución a PROCAFE (\$0.35 por quintal de café)

(-) Retención por contribución Fondo de Emergencia del Café (FEC) (\$5.00 quintal de café)

(-) Canon por transformación (Cobro por beneficiado de café)

(=) Precio liquidado al Productor

Al precio anterior habrá que deducirle el 1.75% de retención en concepto de renta, pero después de deducirle la cuota del Fondo de Emergencia para el Café.<sup>35</sup>

---

<sup>34</sup> Precios según contrato C, certificados por la bolsa de valores de New York. Extraído de: <http://www.csc.gob.sv/precios/>

<sup>35</sup> DG 02/2012 Guía de Orientación Tributaria para la declaración del Impuesto sobre la Renta por los productores de café.

## 2.9 Marco Legal

El marco legal que engloba la problemática de la investigación se desarrolla en tres leyes fundamentales para proteger al productor de café y principalmente al medio ambiente, estas normativas permiten tener una mejor visión sobre como los organismos nacionales contribuyen a la reducción del impacto ambiental por parte de las empresas que trabajan con contaminantes masivos para el medio ambiente.

Aspectos legales que facultan al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, así como al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, fundamentan en gran medida la realización de las propuestas de mejoras que buscan reducir el impacto ambiental del proceso de beneficiado de café, apegado a leyes específicas dentro de cada Reglamento y a las normativas técnicas planteadas.

Las principales dentro del estudio son:

- ✓ **REGLAMENTO PARA LA APLICACION DE LA LEY ESPECIAL PARA LA PROTECCION DE LA PROPIEDAD Y LA COMERCIALIZACION DEL CAFE.**

**Art. 8.-** Los beneficiadores, pergamíneros y exportadores estarán obligados a enviar al CSC, en los primeros diez días hábiles de cada mes, un informe de sus operaciones del mes anterior, detallando en su caso, lo siguiente:

- a) Las cantidades recibidas de café verde fresco, uva o cereza fresca, pergamino y oro, con indicaciones de los tipos y calidades;
- b) Las transferencias de café entre pergamíneros y/o exportadores; y
- c) Sus existencias de café, detallando tipos y calidades, ya sea en pergamino, oro y/o cereza seca e indicando el lugar en que se encuentran dichas existencias.

**Art. 9.-** El registro de los compradores en el exterior y sus representantes será el mismo al contemplado en el Reglamento del Registro de Exportaciones de Café.

**Art. 10.-** Los intermediarios deberán proporcionar la información especial siguiente:

- a) Origen y destino de sus compras y ventas de café;
- b) Volumen comercializado de la cosecha 1993/1994. Esta información deberán proporcionarla en relación con todos los años cafeteros sucesivos; y

c) Zona del país en que realizan la compra del café

**Art. 11.-** El libro de control de operaciones que deberán llevar los intermediarios, para asentar en ellos todo acto de comercialización de café que realicen, deberá ser presentado por éstos al Consejo Salvadoreño del Café, antes de iniciar las operaciones de cada cosecha, a fin de que el Consejo se los autorice, mediante una razón firmada y sellada por el Director Ejecutivo o el Gerente General del Consejo, en la que se hará la cosecha para la cual ha sido habilitado y el número de hojas de que se compone, para cuyo fin el libro deberá ser presentado con todas sus hojas numeradas correlativamente en la esquina superior derecha.

**Art. 12.-** El libro de control de operaciones a que se refiere el Artículo anterior deberá contener los espacios suficientes como para anotar en ellos el nombre del vendedor del café, los datos del lugar de origen del café, el monto de la operación y la cantidad, peso y destino del producto. Este libro deberá permanecer dentro de las oficinas del intermediario y deberá ser mostrado a las autoridades del Ministerio de Hacienda o del Consejo, cuantas veces sea requerido.

✓ **LEY DEL MEDIO AMBIENTE**

**ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

**Art. 23.-** El Estudio de Impacto Ambiental se realizará por cuenta del titular, por medio de un equipo técnico multidisciplinario. Las empresas o personas, que se dediquen a preparar estudios de impacto ambiental, deberán estar registradas en el Ministerio, para fines estadísticos y de información, quien establecerá el procedimiento de certificación para prestadores de servicios de Estudios de Impacto Ambiental, de Diagnósticos y Auditorías de evaluación ambiental.

**EVALUACIÓN Y APROBACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL**

**Art. 24.-** La elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental, su evaluación y aprobación, se sujetarán a las siguientes normas:

a) Los estudios deberán ser evaluados en un plazo máximo de sesenta días hábiles contados a partir de su recepción; este plazo incluye la consulta pública;

b) En caso de aprobación del Estudio de Impacto Ambiental, el Ministerio emitirá el correspondiente Permiso Ambiental, en un plazo no mayor de diez días hábiles después de notificada la resolución correspondiente;

c) Si transcurridos los plazos indicados en los literales que anteceden, el Ministerio, no se pronunciare, se aplicará lo establecido en el Art. 3 de la Ley de la Jurisdicción Contencioso Administrativo; y

d) Excepcionalmente, cuando por la complejidad y las dimensiones de una actividad, obra o proyecto se requiera de un plazo mayor para su evaluación, éste se podrá ampliar hasta por sesenta días hábiles adicionales, siempre que se justifiquen las razones para ello.

### **REVISIÓN DE LAS NORMAS DE CALIDAD AMBIENTAL**

**Art. 45.-.** Es obligación del Ministerio, revisar periódicamente las normas técnicas de calidad ambiental, a fin de proponer al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología la readecuación necesaria de acuerdo a los cambios físicos, químicos, biológicos, económicos y tecnológicos.

### **CAPITULO III PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN INVENTARIOS DE EMISIONES Y MEDIOS RECEPTORES**

**Art. 46.-.** Para asegurar un eficaz control de protección contra la contaminación, se establecerá, por parte del Ministerio en coordinación con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y con las autoridades competentes en materia de normatividad del uso o protección del agua, el aire y el suelo, la capacidad de estos recursos como medios receptores, priorizando las zonas del país más afectadas por la contaminación.

Para ello, recopilará la información que permita elaborar en forma progresiva los inventarios de emisiones y concentraciones en los medios receptores, con el apoyo de las instituciones integrantes del Sistema Nacional de Gestión del Medio Ambiente, a

fin de sustentar con base científica el establecimiento y adecuación de las normas técnicas de calidad del aire, el agua y el suelo.

### **PROTECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO**

**Art. 48.-** El Ministerio promoverá el manejo integrado de cuencas hidrográficas, una ley especial regulará esta materia.

El Ministerio creará un comité interinstitucional nacional de planificación, gestión y uso sostenible de cuencas hidrográficas. Además, promoverá la integración de autoridades locales de las mismas.

### **CRITERIOS DE SUPERVISIÓN**

**Art. 49.-** El Ministerio será responsable de supervisar la disponibilidad y la calidad del agua. Un reglamento especial contendrá las normas técnicas para tal efecto, tomando en consideración los siguientes criterios básicos:

a) Garantizar, con la participación de los usuarios, la disponibilidad, cantidad y calidad del agua para el consumo humano y otros usos, mediante los estudios y las directrices necesarias;

b) Procurar que los habitantes, utilicen prácticas correctas en el uso y disposición del recurso hídrico;

c) Asegurar que la calidad del agua se mantenga dentro de los niveles establecidos en las normas técnicas de calidad ambiental;

d) Garantizar que todos los vertidos de sustancias contaminantes, sean tratados previamente por parte de quien los ocasionare; y

e) Vigilar que, en toda actividad de reutilización de aguas residuales, se cuente con el Permiso Ambiental correspondiente, de acuerdo a lo establecido en esta Ley.

### **CONTAMINACIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS**

**Art. 52.-** El Ministerio promoverá, en coordinación con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Gobiernos Municipales y otras organizaciones de la sociedad y el sector empresarial el reglamento y programas de reducción en la fuente, reciclaje, reutilización y adecuada disposición final de los desechos sólidos. Para lo anterior se formulará y aprobará un programa nacional para el manejo Integral de los desechos sólidos, el cual incorporará los criterios de selección de los sitios para su disposición final.

✓ **NORMA TÉCNICA SANITARIA PARA LA VIGILANCIA Y AUTORIZACIÓN DE PLANTAS BENEFICIADORAS DE CAFÉ Y SUS RECIBIDEROS.**

**CAPÍTULO III**

**PRINCIPIOS DE BUENAS PRÁCTICAS PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN EN EL PROCESO DE BENEFICIADO DEL CAFÉ**

Medidas para reducir la contaminación:

**Art. 16.-** Para reducir la contaminación producida del proceso de beneficiado del café a un cuerpo receptor, los titulares de las plantas beneficiadoras de café deben poner en práctica las medidas siguientes:

- a) Reducir el consumo de agua, en busca de hacer un uso óptimo del recurso.
- b) Tratamiento de aguas residuales de tipo especial.
- c) El manejo integral de la pulpa.

Implementación de medidas para optimizar el agua de despulpe

**Art. 17.-** Los titulares de las plantas beneficiadoras de café deben implementar medidas para optimizar la cantidad de agua utilizada en el proceso de despulpe y lavado del café.

Tratamiento de aguas residuales de tipo especial

**Art. 18.-** Los titulares de las plantas beneficiadoras de café deben dar tratamiento a las aguas residuales de tipo especial, mediante sistemas de tratamiento autorizados por el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

Sí durante y al final de la temporada existiere la necesidad de descargar las aguas residuales, estas deben llevarse a sistemas de riego o descargarse a un cuerpo receptor.

Valores de descarga de aguas de tipo especial a un cuerpo receptor

**Art. 19.-** Las descargas de aguas resultantes de los sistemas de tratamiento que sean vertidas a un cuerpo receptor, deben cumplir los valores máximos permisibles establecidos. Para verificar el cumplimiento de los parámetros los titulares de las plantas beneficiadoras de café deben presentar los resultados de análisis correspondientes:

Tabla 10.

Valores máximos permisibles de parámetros para verter aguas residuales de tipo especial al cuerpo receptor por tipo de actividad (beneficiado de café).

Parámetro	pH	DBO 5, 20 (mg/litro)	DQO (mg/litro)	Sólidos suspendidos totales	Aceites y grasas (mg/litro)	Sólidos sedimentables (ml/litro)	Temperatura
Valores máximos permisibles	5.5 - 9	2000 <sup>1)</sup>	2500 <sup>2)</sup>	1000	30	40	20-35 °C <sup>3)</sup>

Nota: valores tomados de NSO Agua. Aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor.

Referencias:

- 1) Siempre y cuando el cuerpo receptor lo permita
- 2) Siempre y cuando el cuerpo receptor lo permita
- 3) En todo caso la temperatura del H<sub>2</sub>O de descarga al cuerpo receptor no podrá alterar  $\pm 5$  °C, con respecto a la temperatura natural del cuerpo hídrico receptor (Para lo cual se deberá presentar el análisis del cuerpo receptor por parte del interesado).

#### Frecuencia de muestreo para análisis de aguas residuales de tipo especial

**Art. 20.-** La frecuencia mínima de muestreo y análisis de aguas mieles de beneficios de café se hará de acuerdo al caudal de descarga en metros cúbicos por día, según lo detalla la tabla siguiente:

Tabla 11.

Frecuencia mínima de muestreo y análisis de aguas residuales de tipo especial.

Características	Caudal m <sup>3</sup> /día		
	< 10	10 a 100	> 100
Temperatura, pH, Sólidos Sedimentables y Caudal	Mensual	Semanal	Diario
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO'5);	Anual	semestral	Trimestral
Demanda Química de Oxígeno (DQO);	Anual	semestral	Trimestral

Grasas y aceites (G y A);	Anual	semestral	Trimestral
Sólidos suspendidos totales (SST),	Anual	semestral	Trimestral

Fuente: Decreto N° 39. Reglamento Especial de Aguas Residuales.

Las características: Temperatura, pH, Sólidos Sedimentables y Caudal, no requieren ser practicados por un laboratorio acreditado.

### Condiciones sanitarias para el manejo integral de la pulpa

**Art. 21.-** Para el manejo integral de la pulpa de café, el titular de la planta beneficiadora de café debe contar con lo siguiente:

a) El espacio donde la pulpa se va a acumular dentro de las instalaciones de la planta beneficiadora de café no debe permitir la infiltración, en caso contrario, será necesario su impermeabilización. El titular de la planta beneficiadora de café presentará documentación que respalde el análisis de impermeabilidad del suelo.

La tasa de permeabilidad no debe ser superior a 2 milímetros por hora.

En caso de que el titular no pueda presentar el estudio de suelo, el delegado de salud debe realizar la prueba de permeabilidad, para lo cual el titular facilitará la mano de obra y herramientas necesarias; Anexo 12 "Ensayo preciso de campo para medir las tasas de permeabilidad)".

b) Se debe contar con sistemas de drenaje de lixiviados adecuados para su canalización a los sistemas de tratamiento de las aguas mieles.

### Tratamiento de la pulpa de café

**Art. 22.-** El titular de la planta beneficiadora de café debe tratar la pulpa en las instalaciones de la planta, con métodos que minimicen la proliferación de moscas, lixiviados y olores, a niveles no dañinos a la salud. Para decidir el tratamiento oportuno y el control de las moscas se debe realizar por parte del titular la técnica de cálculo de índice de mosca.

### Condiciones mínimas sanitarias para el transporte de la pulpa de Café

**Art. 23.-** Las condiciones mínimas sanitarias para el transporte de la pulpa de café son las siguientes:

- a) El vehículo de transporte no debe descargar o verter lixiviados por donde transite,
- b) La carga del vehículo debe ser cubierta de tal manera que no deje residuos sólidos por donde transite,
- c) Solo se permitirá el traslado de pulpa por medio de vehículos con autorización de la unidad de salud respectiva.

## **CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1. Introducción**

La selección de la metodología es de suma importancia a la hora de realizar cualquier trabajo de investigación o tesis, es una guía que ayuda a tener patrones claros durante todo el tiempo de realización. El presente trabajo tuvo una duración de 9 meses, los cuales, por medio del cronograma de trabajo, se fueron respetando las fechas establecidas con las entidades de apoyo profesional.

Queriendo realizar un trabajo más apegado a la realidad, se profundizaron más las fuentes de carácter primario, olvidando aquellos tipos de trabajo donde solo la teoría importa, es por ello, que se visitaron dos Beneficios de café con sistemas ecológicos para poder analizar sus procesos, y ver la comparativa con respecto al Beneficio en estudio, siendo las demandas y modelos de producción muy semejantes en el sector occidental del país, se genera un gran margen de formas de como proponer mejoras en las prácticas actuales del Beneficio Las Tres Puertas J. Hill.

Parte de la metodología desarrollada en las fuentes secundarias radica fundamentalmente en la información recopilada de otros países y de otros modelos de aprovechamiento de los desechos generados por el procesamiento del café, en los cuales radica el problema ambiental de la empresa cafetalera. Son muchos los países que están dando importancia al manejo efectivo de los subproductos de la parte Agroindustrial; generando energía, biogases o biocombustibles que ayudan indirecta o directamente a la población y a la austeridad del gasto de los recursos naturales que muchas veces son mal gastados por las empresas productoras.

Finalmente, este capítulo muestra el proceso de análisis que se tomó para plantear las conclusiones finales del trabajo de investigación, y la propuesta que será decisión de la entidad involucrada cambiar su forma de trato con los desechos generados.

### **3.2. Tipo de estudio**

Para el desarrollo de la metodología de este estudio, se empleó el proceso de investigación descriptiva e investigación aplicada.

El estudio descriptivo permitió medir y evaluar las propiedades de todos los elementos que intervinieron en el estudio del Beneficio de café; tales como personas, procesos, organizaciones y muchos otros fenómenos nacionales o mundiales que rodean ese rubro, para posteriormente someterlos a análisis. Se especificaron diversos aspectos, dimensiones o componentes que fueron de suma importancia para el grupo de investigación.

La investigación se fundamentó en la obtención y acumulación de datos, y su tabulación correspondiente, realizando conexiones entre opiniones y puntos de vista de los involucrados en el proceso, diferentes prácticas industriales y las variaciones dentro del ámbito cafetalero.

El estudio se centró en el Beneficio Las Tres Puertas como eje principal de todo el trabajo, pero enlazada con una amplia lista de otros beneficios en cuales se obtuvo información de primera fuente para desarrollar mejor las propuestas de mejora.

Con la aplicación de esta metodología se buscó llevar a cabo una descripción detallada de los diferentes procesos de beneficiado de café y de las prácticas industriales que se aplican en la actualidad a los desechos generados en el proceso de producción de café.

Por otra parte, la investigación Aplicada permitió la generación de conocimiento con aplicación directa de los problemas de la sociedad y del sector productivo cafetalero. Esta se fundamentó principalmente en los avances tecnológicos actuales de los procesos de beneficiado, en los cuales este trabajo de investigación enmarcó las propuestas de mejora para la empresa estudiada.

Se analizó ampliamente toda la información recolectada para buscar las propuestas adecuadas, buscando un equilibrio tanto para la empresa como para la sociedad. La investigación realizada logró concretizarse gracias a la aplicación de la observación y las entrevistas como técnicas específicas para la recolección de la información.

Finalmente, la metodología permitió la aplicación del conocimiento adquirido con la idea de consolidar conocimientos técnicos que permitieran resolver una situación o problema, siendo en el caso de este estudio, tres propuestas de amplio criterio técnico para el mejoramiento de la protección de los recursos con los que la empresa cuenta, y como a la vez ayuda a los problemas ambientales que afectan a la sociedad.

### **3.3. Fuentes de información**

Para tener una visión amplia de la industria del café y todo lo inmerso en el tema deseado, se utilizaron fuentes de información primarias y secundarias, las cuáles fueron de vital importancia para satisfacer la demanda de información que se necesitó en el desarrollo de la investigación.

Todas las fuentes fueron seleccionadas de tal manera que tuvieran concordancia con la realidad actual del rubro del café y de la situación que actualmente la empresa tiene en la producción de ese bien.

Tanto las fuentes primarias como secundarias deben de analizarse mutuamente, con el objetivo de generar el contenido idóneo que enmarque toda la investigación, y verse así reflejado en las propuestas que este trabajo tiene como fin.

#### **3.3.1. Fuentes primarias**

Las fuentes primarias contienen material o información nueva y original como resultado de un trabajo investigativo de campo.

Se definió medir y analizar toda la situación actual del Beneficio Las Tres Puertas como objeto principal de la investigación. Los datos primarios de la investigación se obtuvieron por medio de guías de observación y guías de entrevistas (Ver Anexo 1), que permitieron medir los resultados y satisfacer los objetivos presentados.

Gran parte de la información fue proporcionada por gerentes y operarios de la empresa en estudio, así como personas con conocimiento del tema. Las visitas técnicas fueron de vital importancia en el desarrollo de la investigación, ya que permitieron visualizar ampliamente los problemas del proceso y obtener criterios para solucionar los puntos de mejora en toda organización.

Además, de establecer la visita técnica de tres Beneficios adicionales, que sirvieron como fuente técnica extra para enriquecer las propuestas de mejora en el proceso. La decisión de visitar otras empresas del mismo rubro nos permitió tener un mayor conocimiento de cómo otros sistemas operan en el medio cafetalero, y así, tener un mejor criterio sobre las propuestas que se generaron.

### 3.3.2 Otros Beneficios de Café como fuente primaria.

Todos estos procedimientos realizados como fuentes primarias desarrollados en la empresa en estudio, fueron ejecutados también en otros Beneficios de Café con el fin de realizar una mejor toma de decisiones en la investigación.

Se visitaron tres Beneficios en los cuales el proceso de beneficiado es diferente al cual Beneficio Las Tres Puertas desarrolla en la actualidad, esto con el fin de comparar los sistemas existentes en los beneficios y crear las mejores propuestas a la problemática.

Los Beneficios visitados fueron:

1. BENEFICIO LAS CRUCES.
2. BENEFICIO BALCANES.

#### 3.3.2.1 BENEFICIO LAS CRUCES COMO FUENTE PRIMARIA DE INFORMACIÓN.

##### ➤ Datos generales

- ✓ **Razón Social:** Grupo JASAL café S.A. de C.V.
- ✓ **Nombre:** Beneficio Las Cruces.
- ✓ **Altura:** 678 metros sobre el nivel del mar.
- ✓ **Teléfono:** 2441-7815
- ✓ **Contacto Institucional:** Lic. Erick Ancheta

##### ➤ Localización.



Figura 30. Ubicación Beneficio Las cruces. Fuente: Google Maps.

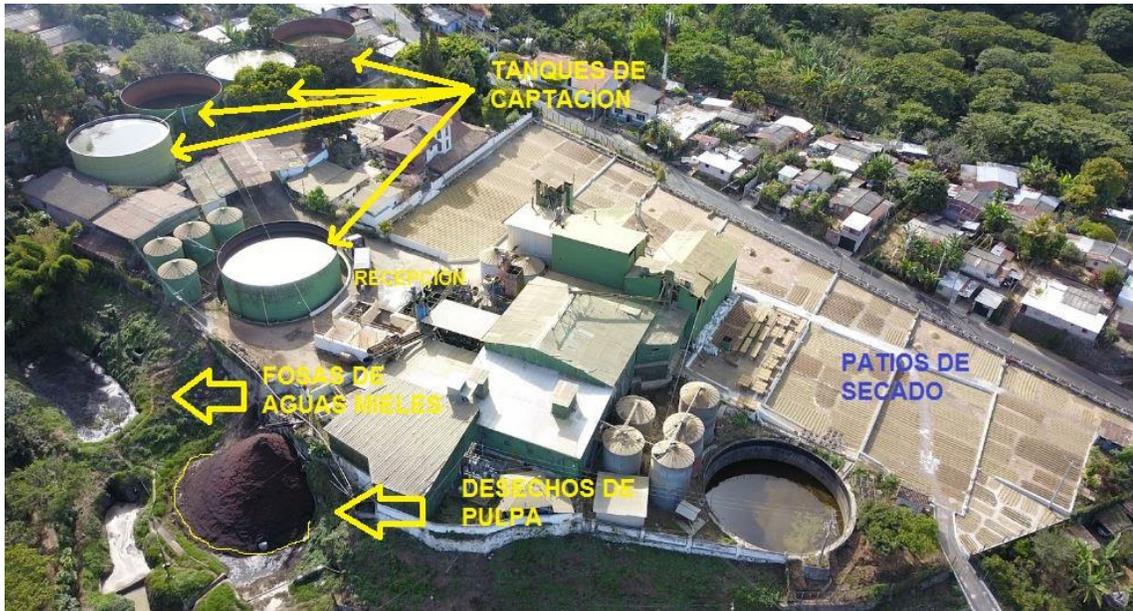


Figura 31. Vista aérea del Beneficio Las cruces y su detalle. Fuente: JASAL.com

➤ **Factores de Localización:**

Tabla 12.

Factores de localización Beneficio Las Cruces

FACTORES DE LOCALIZACIÓN / BENEFICIO LAS CRUCES	
	Altura sobre el Nivel del Mar 678 MSNM
<b>Ubicación</b>	Lugar Carretera Sta Ana-Sonsonate, vía Los Naranjos, Cantón Las Cruces, Sta Ana, Chalchuapa.
	Topografía Ondulada en el sitio del beneficio.
	Acceso por camino Fácil.
	Agua para el proceso Tanques de captación de aguas lluvias

	Electricidad	Monofásica y Trifásica 220 y 440 volts
<b>Servicios y mano de obra</b>	Teléfono	Fijo
	Mano de obra especializada	Accesible población media cercana.
	Talleres especializados	Santa Ana, Los Naranjos.
<b>Rendimientos / Zona del país</b>		Excelente

Fuente: Beneficio Las cruces, mayo 2019.

➤ **Descripción general del proceso de Beneficiado de café**

*Tabla 13.*

Descripción general del proceso en Beneficio Las Cruces

<b>N°</b>	<b>PROCESO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1	INGRESO Y RECEPCION DE CAFÉ	Se pesa en una báscula con capacidad de 500 qq.
2	RECEPCION DE CAFÉ EN PILAS	Una bomba lo impulsa por un sistema de tuberías hasta la maquinara despulpadora. Poseen 4 pilas de recepción.
3	DESPULPADO	Maquinaria de despulpe ecológica; esta utiliza un bajo porcentaje de agua. La pulpa es llevada hasta un recinto a las afueras de la Planta, por medio de un conductor helicoidal. el tipo de Beneficiado que se realiza no incluye la fermentación del café; este es considerado un café Honey, el cual es propicio según la maquinaria que se posee.

4	SECADO EN PATIO	Debe alcanzar un 55% de humedad, en aprox. 20 horas de secado.
5	SECADO EN MAQUINAS	Posee 17 secadoras con capacidad 70 qq c/u.
6	PUNTO DE SECADO	Hasta alcanzar un 12% de humedad.
7	TRILLA	Posee un sistema moderno de trillado, el cual clasifica granulométricamente el grano oro.
8	LIMPIA Y CONTROL DE CALIDAD	Este se desarrolla con maquina especializada, dependiendo la calidad deseada, puede programarse hasta una calidad de cero defectos en un mínimo de tiempo dependiendo la cantidad de café a limpiar.
9	ALMACENAJE	Posee 14 silos que permiten el almacenaje en sacos de 150 lb.

Fuente: Beneficio Las Cruces, mayo 2019.

Una de las características principales del Beneficio Las Cruces, es que poseen tanques de captación, los cuales les permite tener grandes ahorros monetarios en cuanto a inversión de agua, ya que estos captan aguas lluvias durante el periodo intermedio de la cosecha, y permite conservarla para ser utilizada en la temporada de producción. Esta agua captada es procesada por varios meses, para lograr un punto de uso eficiente, es purificada con cloro y otros componentes químicos para su utilización.

*Tabla 14.*

Detalle tanques de captación

N°	Tanques de Captación				
	1	2	3	4	5
Capacidad (gal)	567,000	470,000	567,000	430,000	510,000

Fuente: Beneficio Las Cruces, mayo 2019.

➤ **Datos productivos del Beneficio Las Cruces.**

El Beneficio Las Cruces procesa aproximadamente en el año 40,000 qq de café oro (en años cafeteros buenos), pero cuando el periodo deja perdidas el Beneficio procesa 30,000 qq de café oro.

De la cantidad producida el 7% se comercializa en el país.

➤ **Maquinaria utilizada en el proceso de beneficiado Húmedo de café**

La maquinaria utilizada es de la marca JOTAGALLO, los porcentajes principales de producción son: Granos en la pulpa 0.0%, Granos trillados 0.5%, Granos mordidos 0.5%, Granos sin despulpar 1.0%, Pulpa en el grano 2.0%. A continuación, se describe la capacidad de la despulpadora:

*Tabla 15.*

Especificaciones Jotagallos 4 ½ Beneficio Las Cruces.

Datos de Despulpadora	
Marca	JOTAGALLO 4 ½
Capacidad	20 qq oro/hora
Potencia requerida	1 HP

Fuente:

Beneficio Las Cruces, mayo 2019.

➤ **Mantenimiento de la maquinaria**

El mantenimiento que se le da a la maquinaria en el Beneficio Las Cruces es un mantenimiento correctivo y preventivo. El mantenimiento preventivo ocurre en los meses después de la temporada, es decir de mayo a septiembre, en estos meses se desarma toda la maquinaria, especialmente la maquinaria del tren húmedo, el cual es la línea industrial Jotagallos, sus sistemas rotativos, tuberías, y las cribades que son las que tienen contacto con el agua y los azúcares del mucilago, son los que más sufren algún deterioro en el proceso.

Dentro de las reparaciones que se realizan se encuentran los siguientes:

- i. Cambio de camisas,
- ii. Cojinetes y bujes,
- iii. Piezas desgastadas y dañadas por la corrosión, realizándose en tiempo muerto (fuera de época de cosecha).

## ➤ Capacidad instalada del Beneficio Las Cruces

Tabla 16.

Capacidad instalada Beneficio Las Cruces.

<b>PROCESO</b>	<b>TIEMPO DE CICLO (h)</b>	<b>FLUJO DIARIO</b>	<b>CAPACIDAD INSTALADA QQ PERGAMINO</b>
Pilas de recepción	24	1.0	337.5
Despulpado	24	1.0	480
Secado	28	1.2	1000

Fuente: Beneficio Las Cruces, mayo 2019.

## ➤ Manejo de los desechos

Los desechos sólidos que se producen en este Beneficio reciben un tratamiento adecuado, ya que todas las empresas de este rubro deben estar comprometidos con el medio ambiente, evitando afectar a las comunidades aledañas y a la vez, buscando agregar valor a los residuos obtenidos. A continuación, se describe el tratamiento que se le tanto a desechos sólidos como líquidos:

### a) Desechos sólidos

El principal desecho generado es la pulpa. Luego que el café pasa por la despulpadora, el residuo se traslada a través de canales a un recinto donde se van concentrando, para luego utilizarlo como abono. La pulpa se transforma en abono a partir de una práctica conocida como lombricompost<sup>36</sup>, el cual es utilizado en los viveros de café que posee el beneficio. Se le agregan ciertos componentes para poder mitigar los efectos contaminantes y así poder utilizarlo con ese fin. Dybac<sup>37</sup> y cal, son los elementos que permiten que la pulpa sea tratada y funcional.

<sup>36</sup> Serie de operaciones relacionadas con la cría y producción de lombrices detritívoras (formadoras de humus) y el tratamiento, por medio de ellas (mediante procesos de oxidación biológica), de residuos orgánicos para su reciclaje en forma de abono denominado humus de lombriz, lombrhumus o lombricompost. Fuente: Wikipedia.com

<sup>37</sup> Desinfectante sinérgico. Formaldehído + Amonio Cuaternario. Uso zoonosanitario.

El Beneficio posee la capacidad de procesar 25,000 qq de pulpa, que luego es utilizada en las fincas de café propiedad de la institución.

### **b) Desechos líquidos**

Los desechos líquidos en el Beneficio, como el agua de lavado y las aguas mieles son conducidas a fosas de captación, las cuales están ubicados en el costado sur del Beneficio.

Son 7 fosas, las cuales poseen diferentes dimensiones. Dependiendo de la producción de la temporada, las aguas mieles se van movilizand una fosa tras otra, hasta abarcar todas, donde reposan y sedimentan hasta que se evaporan o el suelo las succione. El agente químico utilizado en este proceso es el Dybac combinado con grandes cantidades de Cal.

#### **➤ Principales afectados por la generación de desechos.**

Los principales afectados por el mal manejo de los desechos son las poblaciones aledañas, ya que el beneficio está localizado en un área donde la cantidad de la población es de aproximadamente 2000 habitantes, pues además de estar localizado en una zona con mucha afluencia de personas, este Beneficio de café se encuentra ubicado a la par de la escuela del cantón, por lo que el control de Sanidad Regional está muy pendiente del desarrollo de las actividades en ese lugar. Es de vital importancia realizar los controles reglamentarios para que la población no se vea afectada.

#### **➤ Conclusiones para el estudio**

Posterior a las visitas realizadas al Beneficio Las Tres Puertas, y de analizar las practicas que ellos desempeñan y los posibles puntos de mejora, se tomó la decisión de visitar otros Beneficios de café que trabajan con formas de beneficiado diferentes, para poder tener un criterio más amplio, que permita plantear mejoras a la situación problemática actual.

Ver otros sistemas de producción de café oro en el medio productivo es muy importante, porque prácticamente, es la realidad nacional la que importa analizar, y ver ciertos aspectos de los mejores exportadores y sus características más sobresalientes, ayuda a la obtención y desarrollo de las mejores propuestas.

El principal punto visto en el Beneficio Las Cruces que ayuda a esta investigación, radica en el Proceso Húmedo que ellos realizan, como se detalló en la descripción de su maquinaria, ellos cuentan con una *despulpadora Ecológica JOTAGALLO 4 ½*, la cual en su puesta en marcha les permitió ahorrar un **50%** del consumo de agua por quintal de café oro a procesar, de 90 gal/qq pasaron a usar 55 gal/qq aproximadamente **1,400,000 gals de ahorro de agua al año** (variando la temporada de café son 5,299,576.5 litros ahorrados), si bien, previo a su adquisición, esta empresa no contaba con los tanques de captación de aguas lluvias, estas modificaciones al proceso permitieron tener un enorme ahorro de uso de agua y a la vez permitir usar ese ahorro en el riego de la cosecha de café que la empresa realiza.

En cuanto al uso de desechos, Las Cruces tenía grandes problemas legales, ya que producían grandes cantidades de aguas mieles que no lograban controlar y tratar, debido a la demanda que tenían, esta maquinaria les permitió reducir grandemente la cantidad de aguas mieles que se generaban, y a la vez lograr una mayor calidad en el café que se procesaba desde el proceso húmedo y seco hasta la Trilla.

Este tipo de maquinaria se ha hecho muy popular en estos tiempos, en los cuales las leyes de prevención y cuidado de recursos naturales están a flote, y en donde la buena utilización del agua es un tema de controversia en el país. El agua es un recurso natural que se prevé será escaso en el futuro cercano, y es deber de los gobiernos, empresas privadas proponer nuevos sistemas o procesos que ahorren el uso de ella, o permitan la reutilización con sistemas amigables de producción.

Es por ello, que la visualización de esta maquinaria es de gran importancia, ya que se comprobó que la reducción de los desechos líquidos del proceso productivo es posible con esta maquinaria ecológica, y es ahí donde el Beneficio Las Tres Puertas, genera actualmente grandísimas cantidades de aguas mieles, que si bien logran tratar de manera eficiente, pero siguen consumiendo grandes volúmenes de agua en su proceso húmedo, un recurso que si bien por el momento tienen gratis a disposición de un pozo vertiente, es cuestión de tiempo para que las leyes cambien y desfavorezcan a la empresa, ayudando a la recolección y distribución del agua en las sociedades necesitadas, y evitando que las empresas privadas consuman estos recursos naturales en sus procesos productivos.

### 3.3.2.2 *BENEFICIO BALCANES COFFEE STATES COMO FUENTE PRIMARIA DE INFORMACIÓN.*

➤ **Datos generales**

- ✓ **Razón Social:** Balcanes Coffee States.
- ✓ **Nombre:** Beneficio Balcanes Coffee States.
- ✓ **Altura:** 930 metros sobre el nivel del mar.
- ✓ **Contacto Institucional:** Lic. Enrique Lima.

➤ **Localización.**



➤ **Factores de Localización:**

*Tabla 17.*

Factores de Localización del Beneficio Balcanes Coffee States

---

FACTORES DE LOCALIZACIÓN / BENEFICIO BALCANES COFFEE STATES

---

	Altura sobre el Nivel del Mar	930 MSNM
<b>Ubicación</b>	Lugar	Finca Serbia, cantón El Guineo, El Congo, Santa Ana, El Salvador.
	Topografía	Poco inclinada y ondulada en el sitio del Beneficio.
	Acceso por camino	Fácil, carretera Panamericana, buen estado, calle al Cerro Verde.
	Agua para el proceso	Tanques de captación de aguas lluvias.
<b>Servicios y mano de obra</b>	Electricidad	Monofásica y Trifásica 220 y 440 volts.
	Teléfono	Celular.
	Mano de obra especializada	Ciudad de El Congo, cantón el Guineo y Cerro Verde.
	Talleres especializados	El Congo, cantón el Guineo y Cerro Verde.
<b>Rendimientos / Zona del país</b>		Excelente.

Fuente: Beneficio Balcanes, septiembre 2019.

➤ **Descripción general del proceso de Beneficiado de café**

*Tabla 18.*

Descripción general del proceso productivo en Beneficio Balcanes.

Nº	PROCESO	DESCRIPCIÓN
1	INGRESO Y RECEPCIÓN DE CAFÉ	El Beneficio no cuenta con bascula de pesado, debido a que el café ya viene pesado desde las

---

2 RECEPCIÓN DE CAFÉ EN PILAS	<p>fincas pertenecientes a los dueños del Beneficio.</p> <p>El café es vaciado en 2 pilas receptoras, estas pilas pueden captar hasta un volumen de 144 qq/pergamino.</p>
3 DESPULPADO	<p>El proceso de despulpado se realiza conjuntamente con el proceso de desmucilaginado, en dos máquinas, con capacidad total de 28 qq/pergamino/hora.</p> <p>Estas máquinas son modernas y trabajan con una cantidad escasa de agua, su novedoso diseño permite despulpar solo los granos maduros y los no maduros se separan posteriormente en una criba, mientras que los granos maduros continúan con el proceso de desmucilaginado.</p>
4 SECADO EN PATIO	<p>El café ahora en pergamino pasa a un silo escurridor en donde es recibido en tractores tipo tolvas para ser llevados a los patios para el secado. Para este proceso se utilizan los 5 patios del beneficio, que en total suman un área de 1812 m<sup>2</sup> y una capacidad de secar 1268.4 qq/pergamino</p>
5 SECADO EN MAQUINAS	<p>Se dispone de 4 secadoras cilíndricas tipo pacas, cada secadora funciona con un horno individual que usa como combustible cascarilla de café. La capacidad de cada secadora es de 70 qq/pergamino/24 horas.</p>

---

6	PUNTO DE SECADO	Hasta alcanzar un 12.5% de humedad.
7	ALMACENAMIENTO	Ya que el café ha logrado el porcentaje de humedad requerido se procede a almacenarlo en sacos de 150 lb. La bodega está dividida en 3 áreas y hacen un volumen total de 1690.2 QQ pergamino o 1877 sacos de café.

Fuente: Beneficio Balcanes, septiembre 2019.

El Beneficio Balcanes no realiza el proceso de Trilla y beneficiado seco para el café pergamino, este es realizado por otro Beneficio al momento de exportar los requerimientos de café. Asimismo, la producción de café genérico es muy escaso en la empresa, por lo que el uso de las secadoras es muy poco, siendo procesado en su mayoría solo el café de los dueños; es por ello que la realización de la Trilla es subcontratada.

➤ **Datos productivos del Beneficio Balcanes.**

El Beneficio procesa aproximadamente 10,000 qq de café oro al año (en años cafeteros buenos).

El 100% se comercializa al extranjero, a excepción de contratos especiales que pudiesen surgir.

➤ **Maquinaria utilizada en el proceso de beneficiado Húmedo de café**

a) UCBE 1500

Consta de una despulpadora cónica vertical DV 255 CM, que despulpa el café cereza maduro sin usar agua; Un DELVA 2500, que es un desmucilagadora con lavador vertical de café que desprende el mucilago del grano despulpado y lo lava, para entregarlo listo para el secado; una criba circular de varillas, que clasifica el café que va a ser procesado en el DELVA; un cepillo limpiador; un sin fin mezclador de pulpa y mucilago; y una estructura rígida, diseñada para soportar los anteriores equipos y pensada para obtener el mínimo espacio y a la vez que sea fácil de instalar y ubicar.

La unidad compacta de beneficiado ecológico UCBE 1500, puede procesar hasta 816.48 kilogramos de café cereza por hora, con tan sólo 10.5 HP de potencia eléctrica, proporcionando porcentajes de trilla y cascaneo inferiores al 2%, y además garantizando la NO presencia de granos en la pulpa.

*Tabla 19.*

Especificaciones Penagos UCBE 1500.

Datos de Despulpadora	
Marca	PENAGOS UCBE 1500
Capacidad	18 qq oro/hora
Potencia requerida	10.5 HP
Necesidad de agua	25 lt/qq (6.6 gal/qq)

Fuente: Beneficio Balcanes, septiembre 2019



*Figura 33.* Despulpadora Penagos UCBE 1500 Beneficio Balcanes.

b) DCV 306

Posee una camisa especial de acero inoxidable que permiten que la DCV despulpe solo los granos maduros sin despulpar los granos inmaduros, los cuales se separan posteriormente en

una criba especial, mientras que los granos despulpados de café maduro continúan su proceso de secado, fermentación o desmucilaginado.

Tabla 20.

Especificaciones Penagos DVC 306.

Datos de Despulpadora	
Marca	PENAGOS UCBE 1500
Capacidad	10 qq oro/hora
Potencia requerida	2 HP/m <sup>3</sup>
Necesidad de agua	0.25 lt/qq uva (3 gal/qq)

Fuente:

Beneficio Balcanes, septiembre 2019.



Figura 34. Despulpadora Penagos DVC 306 Beneficio Balcanes.

### ➤ **Mantenimiento de la maquinaria**

El mantenimiento que se le da a la maquinaria es un mantenimiento correctivo y preventivo. El mantenimiento preventivo ocurre en los meses después de la temporada, es decir de mayo a

septiembre, en estos meses se desarmen las dos despulpadoras, en ambas se revisan sus sistemas rotativos, tuberías, las cribas y la desmucilaginadora, en la cual se tiene el contacto con el agua y los azúcares del mucilago, que son los que más sufren algún deterioro en el proceso.

➤ **Capacidad instalada del Beneficio Balcanes**

Tabla 21.

Capacidad instalada Beneficio Balcanes.

<b>PROCESO</b>	<b>TIEMPO DE CICLO (h)</b>	<b>FLUJO DIARIO</b>	<b>CAPACIDAD INSTALADA QQ PERGAMINO</b>
Pilas de recepción	24	1.0	144
Despulpado y Desmucilaginado	21	1.1	598.5
Presecado en patio	72	0.3	1041.6
Secado en maquinas	30	0.8	280

Fuente: Beneficio Balcanes, septiembre 2019.

➤ **Manejo de los desechos**

Básicamente en el Beneficio no se acumula grandes volúmenes de pulpa por mucho tiempo, debido a que esta es utilizada como compostaje para las fincas de café de los dueños. El mucilago afecta mínimamente con mal olor las cercanías, ya que la ubicación y el tamaño de la finca en donde se concentran permite darle un tratamiento rápido y adecuado.

a) Desechos sólidos

Se generan alrededor de 302.066 qq de pulpa por temporada, este desecho es llevado por un conductor helicoidal al lugar de recepción de pulpa, que es la calle privada de la finca en donde está ubicado el Beneficio. Por la geografía de la calle con respecto a la empresa, se facilita que el conductor helicoidal descargue la pulpa justo en medio de la calle a una altura que permite ser recibida en los camiones que más tarde traerán el café de las fincas. Cuando el camión se llena inmediatamente se ubica otra en su lugar y el anterior se dirige a las fincas aprovechando

así el viaje para traer café y llevar pulpa, que luego de descompuesta servirá como abono orgánico para el mismo café.

#### b) Desechos Líquidos

Las aguas mieles son trasladadas por canaletas cerradas a pilas de captación de aguas residuales. Se producen alrededor de 400 m<sup>3</sup> de agua miel por temporada, siendo estas tratadas en las pilas hasta un punto óptimo y que permita ser utilizadas en el riego de las calles con una pipa, que, en gran parte de la temporada durante el verano, cuando las calles están polvosas, dicha agua ayuda a mejorar esta condición.

#### ➤ Conclusiones para el estudio

El principal punto visto en el Beneficio Balcanes Coffeea que ayuda a esta investigación, radica en el Proceso Húmedo que ellos realizan, como se detalló en la descripción de su maquinaria, ellos cuentan con dos *despulpadoras Ecológicas PENAGOS*, las cuales desde su puesta en marcha hace 8 años, les ha permitido ahorrar un 76.25% del consumo de agua por quintal de café oro a procesar, de 80 gal/qq pasaron a usar 15 gal/qq aproximadamente 610,000 gals de ahorro de agua al año, si bien, previo a su adquisición, esta empresa no contaba con el tanque de captación de aguas lluvias, esta modificación al proceso permitió siempre tener un enorme ahorro de uso de agua y a la vez permitir usar ese ahorro en el riego de la cosecha de café que la empresa realiza.

En comparación con otros sistemas de Beneficiado Ecológico, el PENAGOS de nacionalidad colombiana, está siendo de los más utilizados en la actualidad. El novedoso sistema de despulpe y desmucilaginador permite que el flujo de agua sea mínimo, y así, ahorrar el uso masivo de dicho elemento. El agua es un recurso natural que se prevé será escaso en el futuro cercano, y es deber de los gobiernos, empresas privadas proponer nuevos sistemas o procesos que ahorren el uso de ella, o permitan la reutilización con sistemas amigables de producción.

Es por ello, que la visualización de este 2do tipo de beneficiado ecológico de café, permite corroborar aún más, la necesidad de implementar un cambio en las practicas industriales en la empresa en estudio. Se comprobó que la reducción de los desechos líquidos del proceso productivo es posible con esta maquinaria ecológica.

### **3.3.3 Fuentes secundarias**

Dentro de las fuentes secundarias de información se utilizaron las necesarias para conocer las prácticas y procesos utilizados en la industria del café en otros países productores, así como también, las prácticas utilizadas por beneficiadores de café en el medio cafetalero del país y las diferencias, ventajas, desventajas y el porqué del uso de distintas formas de producción en la misma industria.

Dentro de las principales fuentes secundarias se utilizaron las siguientes:

- Libros, artículos informativos o de divulgación científica, páginas web de las instituciones nacionales que trabajan en el sector cafetero (Consejo Salvadoreño del Café, ANACAFÉ Guatemala, CentralAmericaData, etc).
- Internet, Blogs acerca de las tendencias en la industria Cafetalera a nivel mundial.
- Leyes, Regulaciones ambientales, decretos existentes en el país en cuanto a los beneficios de café.

### **3.4 Técnicas de recolección de datos**

Las técnicas de recolección de información que se utilizaron para conocer la situación actual, las prácticas y procesos que se utilizan al día de hoy en el Beneficio Las Tres Puertas fueron la observación y la entrevista, con los instrumentos guía de observación y guía de entrevista respectivamente.

#### **3.4.2 Entrevista**

Se utilizaron para desarrollar el diagnóstico y establecimiento de la situación actual de las prácticas industriales que utiliza el beneficio Las Tres Puertas, así como también, en los otros Beneficios en los cuales se visitó, esto con el claro objetivo de profundizar y recabar información valiosa para el estudio.

Esta técnica es flexible y dinámica, debido a que es una forma de interrogación estructurada o una conversación totalmente libre, en la cual participan ambas partes en torno a un tema en particular que se quiere conocer. En esta técnica se empleará el instrumento conocido como guía de entrevista.

### **3.4.3 Observación**

Con el fin de adquirir la información durante el proceso de producción del beneficiado de café, se empleó la técnica de la observación con el instrumento Guía de Observación, para conocer detenidamente el proceso, las prácticas utilizadas y todos los datos necesarios en el proceso de investigación. Para ello se llegó a un acuerdo con las autoridades del Beneficio Las Tres Puertas, así como también, con las de los dos Beneficios adicionales en los cuales se conoció las prácticas industriales que realizan (Procesos ecológicos), esto en cuanto a los días y horas que se necesitaron para realizar las visitas de campo, según el cronograma establecido y la disponibilidad de los encargados.

### 3.5 Cronograma de trabajo

Tabla 22.

Cronograma de trabajo revisado.

ID	Nombre de la tarea	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
1	Elaboración del perfil de tesis	■									
2	Inscripción de tesis		■								
3	Elaboración de anteproyecto de tesis		■	■							
4	Correcciones del anteproyecto de tesis				■						
5	Desarrollo del marco teórico				■						
6	Desarrollo de metodología de la investigación				■	■					
7	Recopilación de información			■	■	■	■				
8	Procesamiento de la información			■	■	■	■				
9	Análisis de la información			■	■	■	■	■			
10	Elaboración de propuestas de mejora					■	■	■	■		
11	Revisiones de forma y fondo									■	
12	Presentación preliminar de tesis										■
13	Presentación final de tesis										■

### **3.6 Análisis de datos**

En esta etapa del proceso de investigación se procede a racionalizar los datos colectados a fin de explicar e interpretar la información que ayude a construir las soluciones necesarias al problema planteado.

La información obtenida de cada entrevista, se plasmó en las secciones correspondientes del presente trabajo. Las entrevistas realizadas en los Beneficios que trabajan con procesos ecológicos (Ver anexo 2) se establecen como fuentes primarias que abonan el análisis de dichos sistemas y como se desempeñan en el ámbito cafetalero nacional. Las preguntas elaboradas brindan la información correspondiente a los efectos generados del cambio del Beneficiado tradicional al Beneficiado ecológico, específicamente el ahorro del consumo de agua que experimentaron y al manejo que ahora desempeñan sobre los desechos del proceso,

El análisis de la empresa en estudio se efectuó de acuerdo al ordenamiento que presenta la guía de entrevista y observación realizada en todas las visitas realizadas, tal ordenamiento responde a las necesidades de información que corresponden a la situación actual del proceso productivo, maquinaria, capacidades instaladas y manejo de desechos. Además, la fuente secundaria consultada sirve para abonar el desarrollo de la información que ayuda a la toma de decisiones, las cuales son el objetivo final de la investigación

## CAPITULO IV: SITUACIÓN ACTUAL DEL BENEFICIO LAS TRES PUERTAS.

### 4.1 Introducción

La situación actual contiene la descripción del proceso actual de transformación del grano uva al grano oro de exportación, se establecen en el trabajo el diagrama de proceso, cursograma analítico, de recorrido y descripciones de los procesos, los cuales permiten analizar el sistema actual y así encontrar deficiencias en los procesos de utilización de los residuos del café.

Además, se encuentra información complementaria de la empresa, como el número de trabajadores, la descripción de la maquinaria con sus respectivas especificaciones y capacidades instaladas, cantidad de agua consumida en el beneficiado húmedo, entre otras.

La parte fundamental del estudio, luego de analizar todo el proceso de producción, se desarrolla como parte del contenido de este capítulo, los principales problemas encontrados en el manejo de los residuos: **Pulpa y aguas mieles**



Figura 35. J. Hill y CIA, Santa Ana. Fuente: <https://www.jhillcoffee.com/>

## 4.2 Datos generales de la empresa

### 4.2.1 Generalidades

Esta empresa está constituida por expertos en todas las áreas de café, con más de 110 años de experiencia, reconocidos mundialmente por sus prácticas de producción, calidad en procesos, transparencia e innovación.

#### 4.2.1.1 Nombre

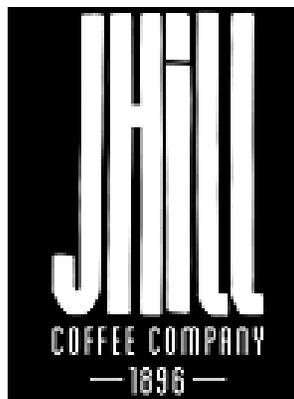


Figura 36. Nuevo logo de la empresa, 2019.

Fuente: <https://www.jhillcoffee.com/>

#### 4.2.1.2 Ubicación

James Hill fundó Las Tres Puertas en 1896 en la ciudad de Santa Ana, cerca del volcán de Santa Ana, cuyos lotes producen granos de café de la mejor calidad. La casa, donde él vivió hasta su muerte en 1951, pasa por alto un molino y los patios.

El beneficio se encuentra ubicado en Cantón Zacarías, Barrio San Juan, Calle a Ciudad de los Niños. Tiene una extensión aproximada de 80,000 m<sup>2</sup>, de los cuales 24,000 m<sup>2</sup> son de patios para secado de café y los demás incluyen diferentes áreas como báscula, pilas de despulpe y

fermentación, talleres, patios para secado de pulpa, planta de tratamiento de aguas, zonas verdes, áreas recreativas, parqueos, oficinas y la casa y jardín patronal.



Figura 37. Vista Panorámica del Beneficio Las Tres Puertas

**4.2.1.3 Factores de localización**

Los factores de localización del Beneficio actualizados hasta la fecha son los siguientes:

Tabla 23.

Factores de Localización de Beneficio Las Tres Puertas

FACTORES DE LOCALIZACIÓN / BENEFICIO LAS TRES PUERTAS J. HILL Y CIA.	
	Altura sobre el Nivel del Mar 665 MSNM
<b>Ubicación</b>	Lugar Calle a Ciudad de los niños, barrio San Juan

---

	Topografía	Ondulada en el sitio del beneficio.
	Acceso por camino	Fácil.
	Agua para el proceso	Pozos de captación.
	Electricidad	Monofásica y Trifásica 220 y 440 volts
<b>Servicios y mano de obra</b>	Teléfono	Fijo
	Mano de obra especializada	Accesible población media cercana.
	Talleres especializados	Ciudad de Santa Ana.
<b>Rendimientos / Zona del país</b>		Excelente

---

Fuente: <https://www.jhillcoffee.com/>

#### 4.2.2 Clasificación Industrial

J. Hill y CIA es una industria de clasificación Agroindustrial, la cual se conceptualiza como la actividad económica que comprende la producción, industrialización y comercialización de productos agropecuarios, forestales y otros recursos naturales biológicos. Implica la agregación de valor a productos de la industria agropecuaria, la silvicultura y la pesca.

Pero para fines académicos, se ha tomado en cuenta la CIIU (Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas, de la ONU) que tiene por finalidad establecer una clasificación uniforme de las actividades económicas productivas, se propone presentar ese conjunto de categorías de actividad de tal modo que las entidades puedan clasificarse según la actividad económica que realizan. Éstas se han definido vinculándolas, en la medida de lo posible, con la forma en que el proceso económico está estructurado en unidades y con la forma en que se describe ese proceso en las estadísticas económicas. Los principales aspectos de las actividades consideradas fueron: a) las características de los bienes producidos y de los servicios prestados; b) los usos a que se destinan esos bienes y servicios; y c) los insumos, el proceso y la tecnología de producción.

Según la CIIU, ésta industria entra en la sección C, división 10, grupo 7 de esta división, en la clase con el código 1079 que dicta: “Elaboración de otros productos alimenticios n.c.p.<sup>38</sup>” cuyas actividades comprendidas incluyen descafeinado y tostado de café y producción de productos de café (café molido, café soluble, extractos y concentrados de café).<sup>39</sup>

### 4.2.3 Productos/Servicios

El Beneficio recibe diferentes tipos de grano uva, sin tomar en cuenta una cantidad mínima, estén en su punto de maduración o no, se clasifican, se separan y se les aplican diferentes procesos, todo el café recepcionado es utilizado y maquilado. La empresa exporta una gran gama de variedades de café del tipo Arábigo, de los cuales resaltan el Bourbon Rojo, Kenya, Pacas y Pacamara.

La materia prima utilizada es el **grano uva fresca**, el cual es un producto nacional, cuyo origen se clasifica según la finca y altura de la misma, distinguidas entre bajillo (600-800 msnm), media altura (800-1,200 msnm) y altura (más de 1,200 msnm) que es la ideal y la elegida para la producción de café gourmet, que se caracteriza por manejarse con uva de la mejor altura y con estricta calidad de cero defectos.



*Figura 38. Grano café uva.*

---

<sup>38</sup> n.c.p: No Clasificado Previamente

<sup>39</sup> Información obtenida de la CIIU, Revisión 4, página 95

El producto terminado se denomina “Grano Oro” y el 95% de las exportaciones son internacionales, dirigidas hacia Estados Unidos, diferentes partes de Europa como Italia y Alemania, Austria, y Asia, específicamente a Japón; el otro 5% se comercializa dentro del país.



*Figura 39.* Bodega producto terminado. Fuente: Dpto. Agrícola, J Hill y CIA, julio 2019.

## **Servicios que la empresa ofrece.**

### **1. Manejo de fincas**

Asesoría de cuidados en fincas y cultivos de café según las mejores prácticas en el sistema de plantación de cafetos. Administración directa entre cafetalero y la empresa, coordinaciones y rendición de informes sobre el desempeño del proceso de la finca.



*Figura 40.* Finca Sierra Nevada, Los Naranjos. Finca administrada por J. Hill y CIA. Fuente: Dpto. Agrícola, J Hill y CIA, julio 2019.

Se proporciona todo lo necesario en la finca, incluidas las plantas de café que si el dueño decide pueden cultivarse en el vivero que la empresa posee.



*Figura 41.* Cultivos de plantas de café en vivero “Almaciguera” J. Hill y CIA. Fuente: Dpto. Agrícola, J Hill y CIA, julio 2019.

## **2. Beneficiado de café (Procesamiento de café o maquilado de café)**

El procesamiento del café es un paso muy importante de la cadena de suministro. Se sabe que para mantener la calidad y mejorar todo el esfuerzo realizado por el agricultor durante todo un año, se necesita la mejor calidad las prácticas industriales y una maquinaria adecuada para procesar el café. Se manejan sistemas de información del procesamiento, tales como el café recibido de la finca, cantidades de producción, informes de control de calidad y otros.

## **3. Tueste de café**

Servicio de tueste de café, el cual es un tratamiento térmico al que se somete la semilla del café para obtener un producto quebradizo, fácilmente triturable, del que por infusión en agua se obtiene el café bebida.

## **4. Consultoría**

### ✓ AGRICULTURA

La empresa ofrece asesoría para comprender todo lo relacionado a las plantaciones de café y a mejorar las técnicas y los cuidados para lograr la producción, la calidad y la sostenibilidad, desde la plantación del árbol hasta la cosecha y la temporada posterior a la cosecha.

#### ✓ MOLINO HÚMEDO Y SECO

Una amplia experiencia en el procesamiento de café, le permite a la empresa saber cómo procesarlo mejor, cómo resolver cualquier inconveniente y cómo tratar el café, logrando eficiencia y calidad, respetando las mejores prácticas y estándares establecidos.

#### ✓ CATACIÓN

Se brinda consultoría en el manejo del control de calidad de la bebida, que establece cómo o qué sabe el café y qué tan bueno es. Se cuenta con un excelente equipo de catadores certificados quienes prueban los tipos de café del cliente y brindan una respuesta completa con información detallada y sugerencias de mejora.

### 4.3 Descripción del Proceso Productivo

El objetivo principal de los beneficios de café es el de realizar un método específico de producción en el cual la materia prima denominada granos de café uva, se conviertan en granos Oro de exportación.

Existen muchos métodos para procesar los granos de café para su comercialización, entre los cuales se realizan mayormente en el medio salvadoreño: Método seco de café Robusto, Método Honey, Modelo ecológico y el cual Las Tres Puertas utiliza actualmente (y más utilizado en el país), el cual es denominado **Método Tradicional de Beneficiado**, este método utiliza una despulpadora que basa su funcionamiento en la utilización de grandes cantidades de agua para llevar a cabo los procesos necesarios en la transformación de los granos de café.

Este proceso de producción se divide en dos etapas: Beneficiado húmedo y Beneficiado Seco, las cuales no son realizadas conjuntamente, y que se desarrollan por periodos de tiempo separados. El beneficiado húmedo debe realizarse posterior al corte del café de las fincas, y deben ser llevados a las instalaciones del Beneficio correspondiente.

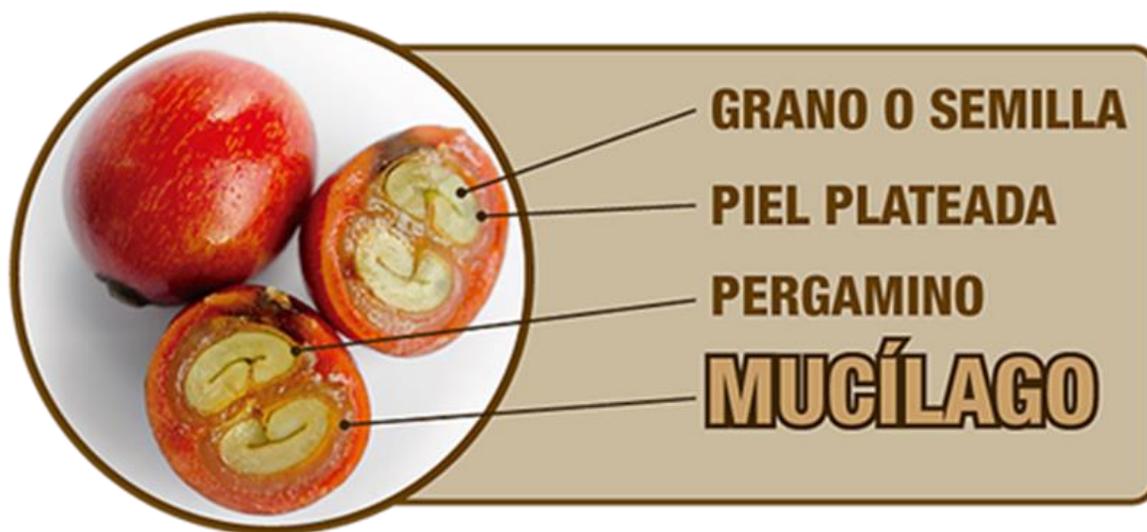


Figura 42. Composición del grano de café uva. Fuente:

[https://es.wikipedia.org/wiki/Caf%C3%A9#Separaci%C3%B3n\\_de\\_los\\_granos\\_de\\_caf%C3%A9](https://es.wikipedia.org/wiki/Caf%C3%A9#Separaci%C3%B3n_de_los_granos_de_caf%C3%A9)

El producto final de esta etapa es el café Pergamino, el cual es un café sin cascara y mucilago. Finalmente, y posterior a la realización del Beneficiado Húmedo, hay periodos de espera, que pueden ser de hasta meses, en los cuales los dueños del café esperan los buenos precios del

mercado para comercializarlo; es ahí donde se realiza el Beneficiado Seco, en el cual el café se descascara para quitar la capa plateada y la de vitela, produciendo el café en grano Oro, que se comercializa nacional o internacionalmente.

Conocer a la perfección cada etapa del beneficiado tradicional es de vital importancia para las propuestas de mejora que ayudarán al desarrollo de esta investigación, por lo cual se describen a detalle todos los procesos dentro de las dos etapas de beneficiado que la empresa realiza.

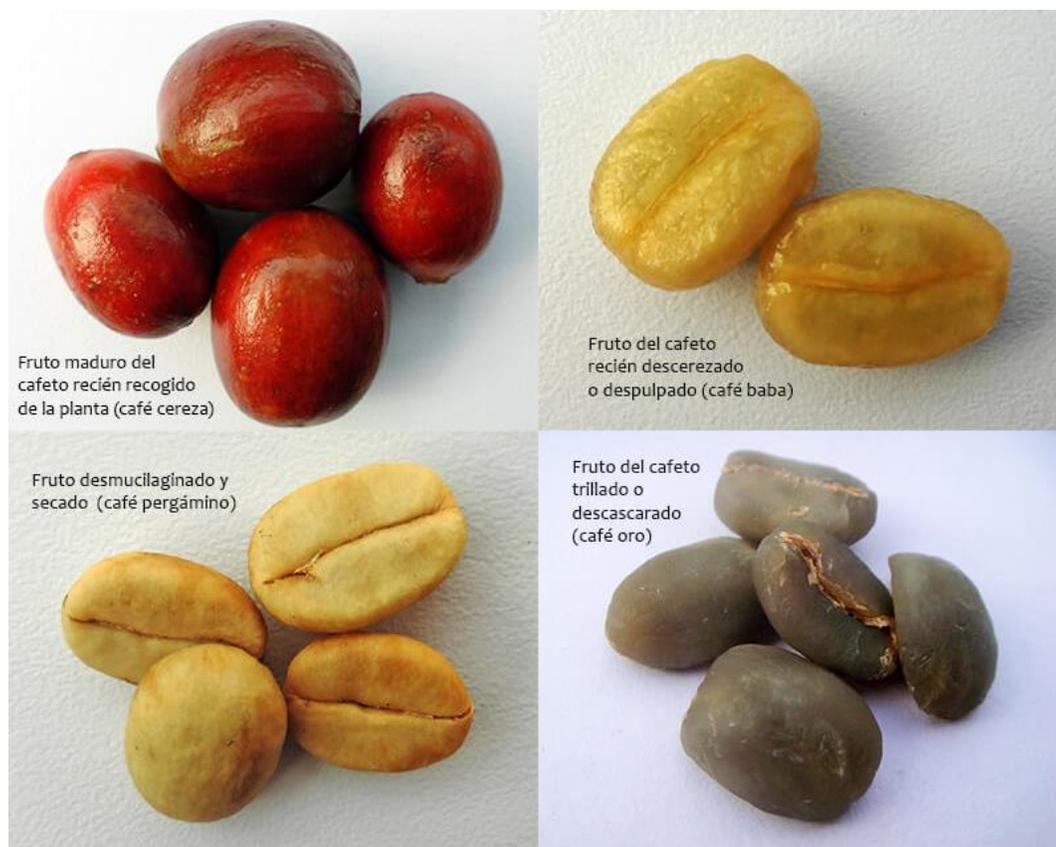


Figura 43. Transformación del grano de café. Fuente: Dpto. Agrícola, J Hill y CIA, julio 2019.

#### 4.3.1 Descripción del proceso de Beneficiado Húmedo

Este proceso transforma el fruto de café maduro a café pergamino seco de punto comercial, a través de las siguientes etapas:

- ✓ Recibo y clasificación del fruto,
- ✓ Despulpado del fruto,

- ✓ Clasificación del café despulpado,
- ✓ Fermentación,
- ✓ Lavado del café fermentado,
- ✓ Secado del café.

Cabe mencionar que para el proceso se recolectan únicamente los frutos que estén completamente maduros. Cortar y mezclar frutos verdes, semi-maduros, sobre-maduros, brocados (plaga que echa a perder uva con la que tiene contacto), secos, enfermos, etc. dificulta el proceso de beneficiado y alteran la calidad del producto final. Además, pueden afectar los rendimientos.

## **RECIBO Y CLASIFICACIÓN EN PILAS DEL FRUTO**

### **Recibo**

Se recibe sólo fruto fresco, no deben mezclarse frutos de diferentes días de corte. Este ingresa pasando primero a la báscula, se pesa el contenedor con el café para luego descargarlo en las pilas de recepción, las cuales están clasificadas de acuerdo a las clases de café las cuales son:

- ✓ Bajillo (CS)
- ✓ Media altura (HG)
- ✓ Estricta altura (SHG)



Figura 44. Bascula electrónica del Beneficio J. HILL y CIA. Fuente: J Hill y CIA, mayo 2019.

Luego de descargarlo, se pesa el contenedor o camión solo para obtener la destara<sup>40</sup>, y ver la cantidad de producto que ha entrado.



Figura 45. Proceso de destara en el pesado por bascula electrónica. Fuente: Dpto. Agrícola, J Hill y CIA, mayo 2019.

Otra clasificación que el Beneficio maneja es por calidad de fruto: Se manejan tres tipos de café a procesar:

---

<sup>40</sup> Proceso en el cual se pesa el camión en la báscula de entrada, el cual transporta los sacos de café, y que posterior al vaciado del café en las pilas de recepción, se vuelve a pesar restando el peso de salida del camión (con los sacos vacíos) para conocer el peso real de café que entro al beneficio.

- **Uva:** Es el café propenso a ser “café gourmet” el cual es la mejor calidad que se puede vender
- **Genérico:** Tipo de café que posee semi maduros y una minuciosa cantidad de café uva.
- **Verde:** Tipo de café que en el proceso de corte se van en su mayoría semi maduros y una minuciosa cantidad de verdes.

La capacidad de las tres pilas es de 2000 qq uva.



*Figura 46.* Pilas de recepción y clasificación del café. Fuente: J Hill y CIA, mayo 2019.

En las pilas de recepción, antes del proceso de despulpe, se pasa por unos conductos impulsados por agua y bombas para pasar el café por unos sifones en donde se retiene la basura como piedras, arenas, cafés con broca o dañados.

El café limpio puede pasar al siguiente proceso llamado despulpe.



Figura 47. Conductos separadores de basura. Fuente: J Hill y CIA, mayo 2019.

## **DESPULPADO DEL FRUTO**

Es la fase mecánica del proceso en la que el fruto es sometido a la eliminación de la pulpa (epicarpio)<sup>41</sup>, esta fase mecánica también es conocida como *tren húmedo*, se conoce así ya que todo el flujo es a base de agua.

El proceso inicia cuando el café pasa a la despulpadora en donde se le retira la cascara conocida como pulpa. Inicialmente los granos pasan por la máquina, pero siempre quedan algunos granos con cascara. se realiza con máquinas que aprovechan la cualidad lubricante del mucílago del café, para que por presión suelten los granos.

En el despulpado se utilizan aproximadamente 0.28 m<sup>3</sup> (75 galones) por saco de 45 kg de café oro procesado.

Debe despulparse el mismo día del corte.

---

<sup>41</sup> Material fibroso mucilaginoso que se genera durante el procesamiento del café por vía humedad (beneficio húmedo), constituye cerca del 40 % del peso fresco del grano uva de café. Por cada tonelada de café uva procesada por esta vía se genera cerca de media tonelada de pulpa.



*Figura 48.* Despulpadoras. Fuente: J Hill y CIA, mayo 2019.

### **CLASIFICACIÓN DEL CAFÉ DESPULPADO**

Para clasificar el café despulpado se utilizan las cribas giratorias. Una de las características que distinguen al café procesado por la vía húmeda, son las fases de clasificación y selección desde la recolección hasta el lavado.

El grano despulpado deberá clasificarse por tamaño, por densidad o ambos, la primera tanda que pase por la criba será catalogada como “PRIMERA CLASE” las siguientes tandas serán la “SEGUNDA CLASE” esto porque la presencia de un alto porcentaje de pulpa en las pilas de fermentación, puede dañar la apariencia física del grano provocando película rojiza y fermentaciones dispares.



*Figura 49. Cribas separadoras. Fuente: J Hill y CIA, mayo 2019.*

### **FERMENTACIÓN NATURAL (REMOCIÓN DEL MUCÍLAGO DEL CAFÉ DESPULPADO)**

El mucílago o miel representa entre el 15.5 y el 22 % en peso del fruto maduro, por tratarse de un material gelatinoso insoluble en el agua (hidrogel) es necesario solubilizarlo para convertirlo en un material de fácil remoción en el lavado (hidrosol). Para esto es necesario forzarlo a su degradación mediante la fermentación natural (bioquímica), en tanques o pilas en períodos de tiempo que van de 4 a 48 horas dependiendo de la temperatura ambiente, capacidad de drenaje de los tanques, altura de la masa de café, calidad del agua utilizada en el despulpado, estado de madurez del fruto, microorganismos presentes, etc.

Este sistema de fermentación es conocido como tradicional y es el que se ha empleado durante muchos años en diferentes países.

Para determinar el punto de lavado o de fermento, es necesario muestrear constantemente y se puede hacer introduciendo un palo rollizo en diferentes partes de la masa de café en el tanque hasta tocar el fondo, si al sacarlo queda hecho el orificio, entonces se toman muestras de café de diferentes puntos del tanque, se lava luego se frota con las manos y si le da un sonido a cascajo o se siente áspero al tacto es señal que ya está listo para lavar.

Las pilas de fermentación deben lavarse todos los días para evitar granos rezagados que contaminarían la partida del día siguiente.



Figura 50. Fermentación en Pila. Fuente: J Hill y CIA, mayo 2019

*Tabla 24.*

Detalle de las pilas de fermentación

CAPACIDAD DE LAS PILAS DE FERMENTACIÓN	
Cada pila de fermentación	500 qq de café pergamino
27 pilas de fermentación	13500 qq de café pergamino

Fuente: J Hill y CIA, mayo 2019



Figura 51. Pilas de fermentación. Fuente: J Hill y CIA, mayo 2019

## **LAVADO DEL CAFÉ FERMENTADO**

### **Lavado manual**

Siguiendo con el modelo del *tren húmedo*, esta operación se realiza de manera tradicional o natural. Es el proceso de quitar la miel que queda adherida al pergamino, por medio de la inmersión y paso de una corriente de agua en un canal de correteo o clasificación utilizando palas.

La duración del lavado dependerá de la cantidad de café en la pila y de la agilidad del operario.



*Figura 52.* Proceso de lavado. Fuente: J Hill y CIA, mayo 2019

El café lavado es transportado por un sistema de extracción y tuberías hacia una tolva, en donde es recogido y alistado para el proceso de secado.



*Figura 53.* Extracción por flujo ascendente. Fuente: J Hill y CIA, mayo 2019



*Figura 54. Tolva de extracción del café lavado. Fuente: J Hill y CIA, mayo 2019*

## **SECADO DEL CAFÉ**

El proceso de beneficiado húmedo termina cuando logramos bajar la humedad del café hasta punto comercial (10-12% del grano oro). El grano del café se constituye como uno de los más difíciles de secar debido a varias razones:

Posee un alto contenido de humedad al salir de la clasificación (canal de correteo), aproximadamente 50-55%. Otros granos al momento de cosecharlos poseen 20% de humedad (maíz, arroz).

El pergamino y el grano poseen diferentes características físico-químicas. El pergamino se endurece durante el secamiento, sobre todo si se efectúa en forma violenta con el uso de altas temperaturas.

El grano contiene células que reducen su tamaño durante el proceso de secamiento. Entonces se forma una cámara de aire entre ambos que interfiere con la transferencia de calor hacia el interior del grano y con el paso hacia el exterior de la humedad, en forma de vapor de agua.

Este proceso puede realizarse de forma *permanente* o con *presecado*, si la demanda es baja se realiza un secado total en patio, pero si la demanda es alta se realiza un presecado en los patios, para luego pasarlos a las maquinas secadoras.

### **Secado natural**

El secamiento al sol es la práctica más común, en lugares donde puede aprovecharse la energía solar y la energía propia del aire, además, los costos de inversión en equipos y los costos de operación son razonablemente más bajos.

La capacidad de los patios de secado del Beneficio es de 900 qq/pergamino, con un área aproximada de 5 manzanas (35000 m<sup>2</sup>), son 26 secciones de diferentes medidas, de entre las cuales la más grande es de 7500 m<sup>2</sup>.

La duración del secado a patio varía de 4 a 5 días dependiendo de las condiciones climáticas.



Figura 55. Patios de secado natural. Fuente: Dpto. Agrícola, J Hill y CIA, julio 2019.

### **Secado mecánico**

Este proceso se realiza a través de máquinas secadoras tipo Guardiola<sup>42</sup>, Las Tres Puertas posee 5 de estas máquinas con capacidad de secado de 90 qq/pergamino en un aproximado de 17 a 20 horas, dependiendo de las condiciones climáticas limitantes. El sistema mecánico tipo Guardiola consiste en:

---

<sup>42</sup> Maquina con sistema rotativo que posee un diseño de inyección de aire caliente, mediante un eje central que permite que el aire caliente sea homogéneo en toda la máquina.

- Una fuente de calor (horno o calorífero).
- Un ventilador para forzar el aire caliente a través del grano.
- Una estructura en compartimientos donde se colocará la carga de café a secar.

El elemento básico en el secamiento es el aire caliente, que es mecánicamente impulsado y forzado a través de la masa de café, para que el aire adquiera la condición desecante es necesario aumentar su temperatura y así bajar la humedad relativa del mismo. El aire del ambiente juega un papel importante durante el proceso de secamiento; bajo condiciones lluviosas o por la noche, la humedad relativa alcanza valores de saturación (100%), mientras que en ambiente cálido y soleado desciende a 60, 50% o menos. Por esta razón es recomendable evitar secar mecánicamente por la noche, ya que las condiciones de humedad relativa y temperatura ambiente son severas.

El ventilador es uno de los elementos que más influye en el diseño y funcionamiento del secamiento mecánico, su función es hacer pasar a través de todo el sistema, un caudal de aire determinado, venciendo las resistencias de los componentes (ductos, masa de café, compuertas, etc.).

El flujo de aire es el volumen de aire caliente y seco que impulsa el ventilador al área de café a secar, calentando el grano y arrastrando simultáneamente la humedad a través del proceso de evaporación. Es recomendable utilizar altos volúmenes de aire en vez de elevadas temperaturas de secamiento.

El porcentaje de humedad del grano oro, para la venta o almacenamiento debe estar entre 10 – 12 %, por lo que se requiere de un medidor de humedad o una persona con bastante experiencia; las secadoras deben limpiarse todos los días para evitar granos rezagados que pueden dañar la partida del día siguiente.

### **4.3.2 Descripción del proceso de Beneficiado Seco**

Este proceso industrial consiste fundamentalmente en someter al grano pergamino a un proceso de descascarado para obtener el café oro fino o de exportación. el proceso es conocido como *trilla*, en el cual además se obtiene la cascarilla como subproducto.

De un kilogramo de café pergamino se obtiene en promedio, 76% de café oro, 24% de cascarilla. Este proceso transforma el café pergamino a café oro de exportación, a través de las siguientes etapas:

- ✓ Trillado
- ✓ Limpieza y selección
- ✓ Control de calidad
- ✓ Envasado.

### **TRILLA**

El pergamino seco es transportado a la trilladora que en su interior contiene rodillos con aspás, que son los encargados de romper el endocarpio del café por la fricción de los granos entre sí y los rodillos teniendo como finalidad convertirlo en café oro.

## ESQUEMA GENERAL DEL PROCESO DE BENEFICIADO HÚMEDO

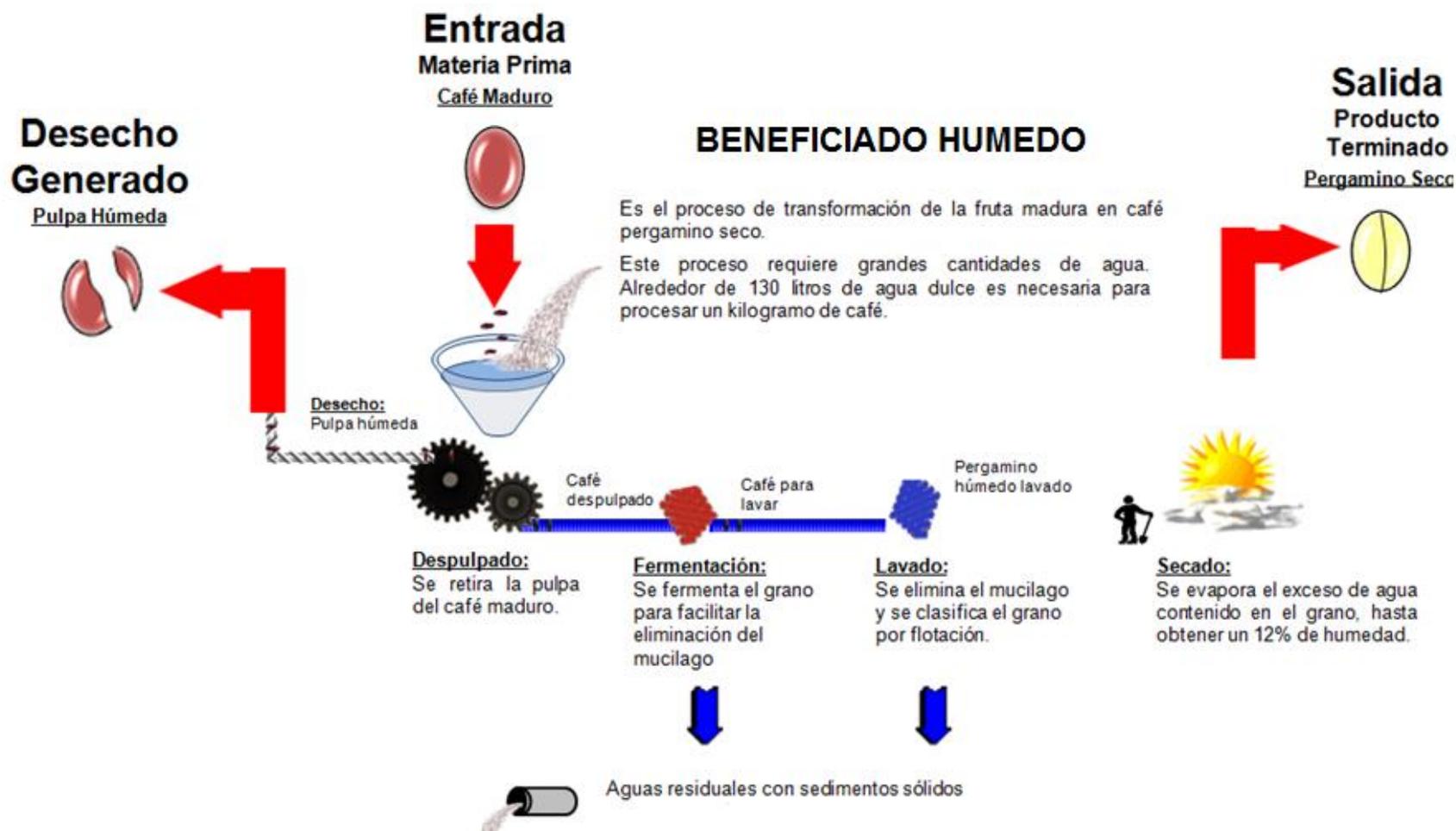


Figura 56. Esquema del proceso de beneficiado Húmedo.

## **CLASIFICACION GRANULOMETRICA**

Se realiza el zarandeado; que es la separación del café oro en base al tamaño. Se realiza una clasificación del grano en bandas de acuerdo a las exigencias del cliente para su exportación.

## **LIMPIEZA**

La inspección y limpieza se realiza en base a las exigencias del cliente, esta se clasifica por *defectos*, los cuales tienen parámetros ya establecidos. 12, 15 y 18 son porcentajes que definen la cantidad de defectos del café que la producción tiene.

Esta es efectuada en bandas deslizantes que transportan el café de forma permanente. El trabajo es efectuado manualmente y es ejecutado exclusivamente por mujeres, ya que se considera que ellas poseen mayor delicadeza en limpieza.

En su mayoría, el café de mejor calidad tiende a ser cero defectos, este es un proceso más costoso y tardado, pero son parámetros de calidad hasta que no haya ningún defecto.

Finalmente se selecciona una muestra de 300g para el control de calidad, se debe verificar que no exista ni un grano defectuoso en la muestra. Si no cumple esta condición se pasa por bandas para selección una vez más.

Si en la muestra no existen granos defectuosos se tuesta la muestra del grano.



*Figura 57. Sección de limpia de café. Fuente: J Hill y CIA, mayo 2019.*

## **CONTROL DE CALIDAD**

Ya tostada la muestra se muele, colocando una cantidad de 30g en una taza estándar y se le agrega agua caliente. Un catador prueba el café. Y evalúa si cumple con las normas de

calidad en base a dulzura, acidez, cuerpo, balance y uniformidad. Se determina si el café ha pasado todas las pruebas de exportación. Se emite la orden de exportación.

### **ENVASADO**

Se envasa en sacos de 150 lb → Se cosen los sacos → Se ordenan para estar listos para la exportación → Al momento de exportar el grano se carga → Se pesa nuevamente → Se exporta.

### 4.3.3 Cursograma analítico

CURSOGRAMA ANALÍTICO		Operario/Material/Transporte								
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 1 de 2	Resumen								
Objeto: CAFÉ UVA		Actividad	Actual	Propuesto	Economía					
Actividad: PROCESO HÚMEDO Y SECO EN BENEFICIADO DE CAFÉ		Operación ○	15							
		Transporte ⇨	11							
		Espera □	3							
		Inspección □	5							
Metodo: Actual/Propuesto		Almacenamiento ▽	1							
Lugar: BENEFICIO J. HILL TRES PUERTAS		Distancia (m)	219							
Operario(s):	Ficha núm.	Tiempo(min.-hombre)	2470.75							
Compuesto:	Fecha:	Costo:								
Aprobado por:	Fecha:	Mano de obra:								
		Material:								
		Total:								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo						
				○	⇨	□	□	▽		
Transporte a bascula de café uva		6.5	0.5		●					Camión de carga, desde la entrada
Análisis y conteo de muestra de café uva			10							Control organoléptico
Pesaje total de camión mas carga			3		●					
Extraccion de grano verde			4		●					
Pesaje total menos grano verde			3		●					Obtención de pesaje total de café uva
Transporte a pilas de grano uva		47	2		●					Camión de carga, desde báscula
Descarga de uva en pila			14		●					5 hombres descargan camión, saco por saco
Transporte de uva, de pila a bomba de uva		4	30		●					char agua en pilas, por medio de manguera
Transporte de uva, de bomba de uva a sifón		3	30		●					
Transporte de uva, de sifón a zaranda		10	30		●					
Despedrado			10		●					
Despulpe			65		●					Desprender cáscara roja
Tribado			28		●					
Tamizado(por agua)			33		●					Sacar primeras
Traslado a pilas de fermentacion		10	24		●					
Fermentacion			240		●					
Inspeccion de punto de fermentacion			3		●					Según temperatura ambiente y tacto
Lavado de uva			50		●					Por medio de agua
Traslado de pergamino, de pila a embudo		4	24		●					Tuberías, por medio de empuje y gravedad
Transporte de pergamino, de embudo a cal		29	32		●					Por medio de palas móviles
Presecado a máquina			1,080		●					
Primer contro de humedad			3		●					Verificar 35% de humedad
Secado de grano en máquina			120		●					
Segundo control de humedad			3		●					Verificar 12% de humedad
Resumen				9	8	3	4			

CURSOGRAMA ANALÍTICO		Operario/Material/Transporte								
Diagrama núm. 1 Hoja núm. 2 de 2		Resumen								
Objeto: CAFÉ UVA		Actividad		Actual	Propuesto	Economía				
Actividad: PROCESO HÚMEDO Y SECO EN BENEFICIADO DE CAFÉ		Operación	○	15						
		Transporte	⇒	11						
		Espera	○	3						
		Inspección	□	5						
		Almacenamiento	▽	1						
Metodo: Actual/Propuesto		Distancia (m)		219						
Lugar: BENEFICIO J. HILL TRES PUERTAS		Tiempo(min.-hombre)		2470.75						
Operario(s): Ficha núm.		Costo:								
Compuesto: Fecha:		Mano de obra:								
Aprobado por: Fecha:		Material:								
		Total:								
Descripción	Cant- idad	Distancia (m)	Tiem po (min)	Símbolo						
				○	⇒	○	□	▽		
Transporte de pergamino, de caldera a tría		25	65	●						Canales subterráneos de distribución
Trillado			51	●						Extracción de polvo y elementos ajenos
Zarandeado			29	●						Clasificación por tamaño y peso específico
Transporte de pergamino, de zaranda a cali		5	21	●						Por medio de tuberías, hacia cuarto de calida
Limpia manual			4	●						Por medio de banda transportadora
Extracción de defectos			120	●						Según especificación de importador
Extracción de 300 gramos de grano oro		15	25	●						Contabilidad de defectos
Control de calidad de grano oro			1					●		Medición de acidez, cuerpo y dulzura del caf
Transporte a embudos			0.25	●						Por medio de tuberías
Envasado en sacos			20	●						Por medio de gravedad
Almacenamiento								●		
Resumen				6	3			1	1	

El cursograma analítico aplicado, se realizó en base al proceso que se lleva a cabo cuando el Beneficio opera en el escenario de *temporada alta*, cuando el secado se lleva a cabo completamente en las secadoras Guardiolas. Por motivos de análisis se realizó el cursograma analítico uniendo los dos procesos de beneficiado, para ver en conjunto el tiempo estimado total del proceso.

### 4.3.4 Diagrama de recorrido

150

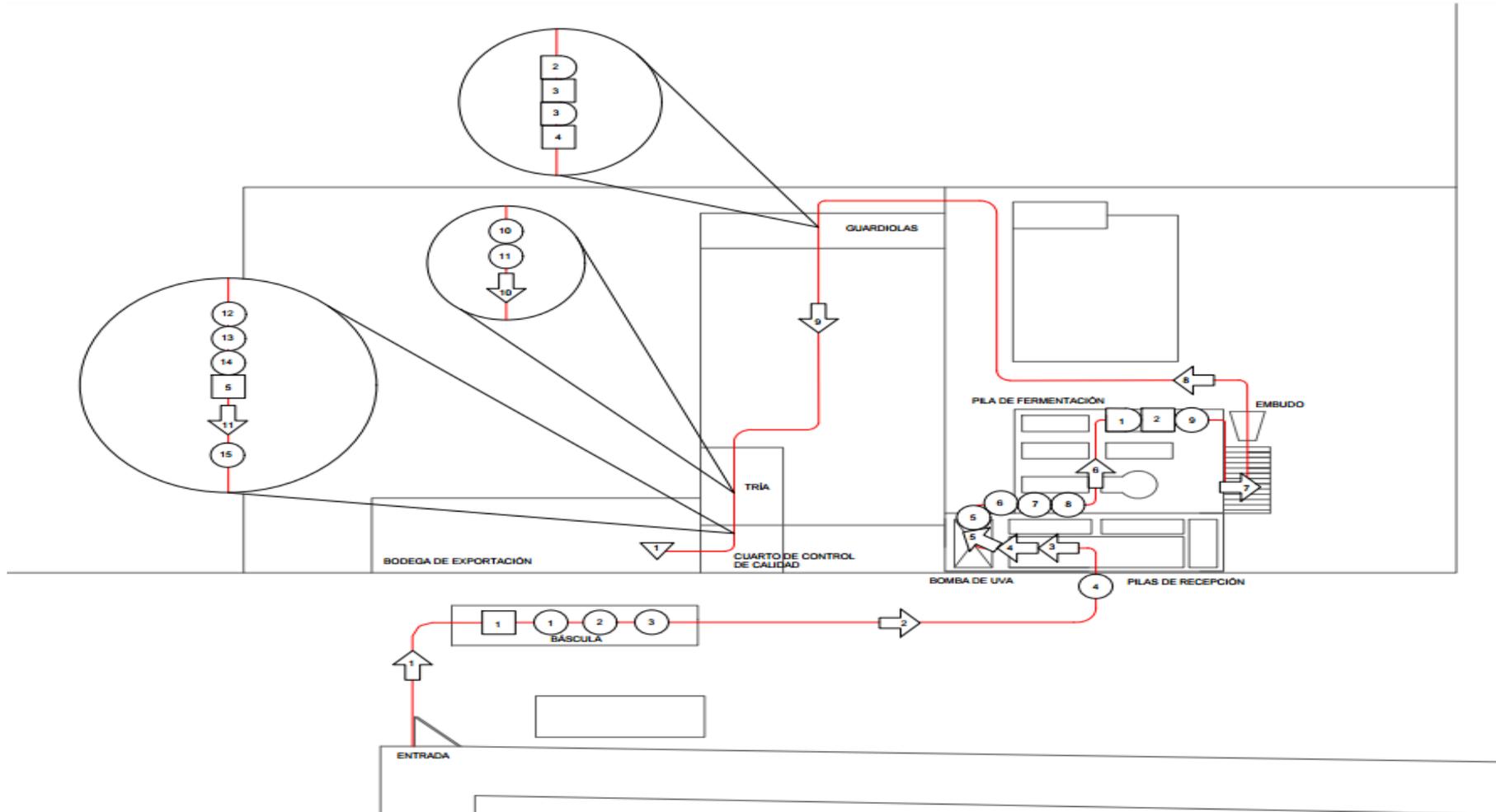
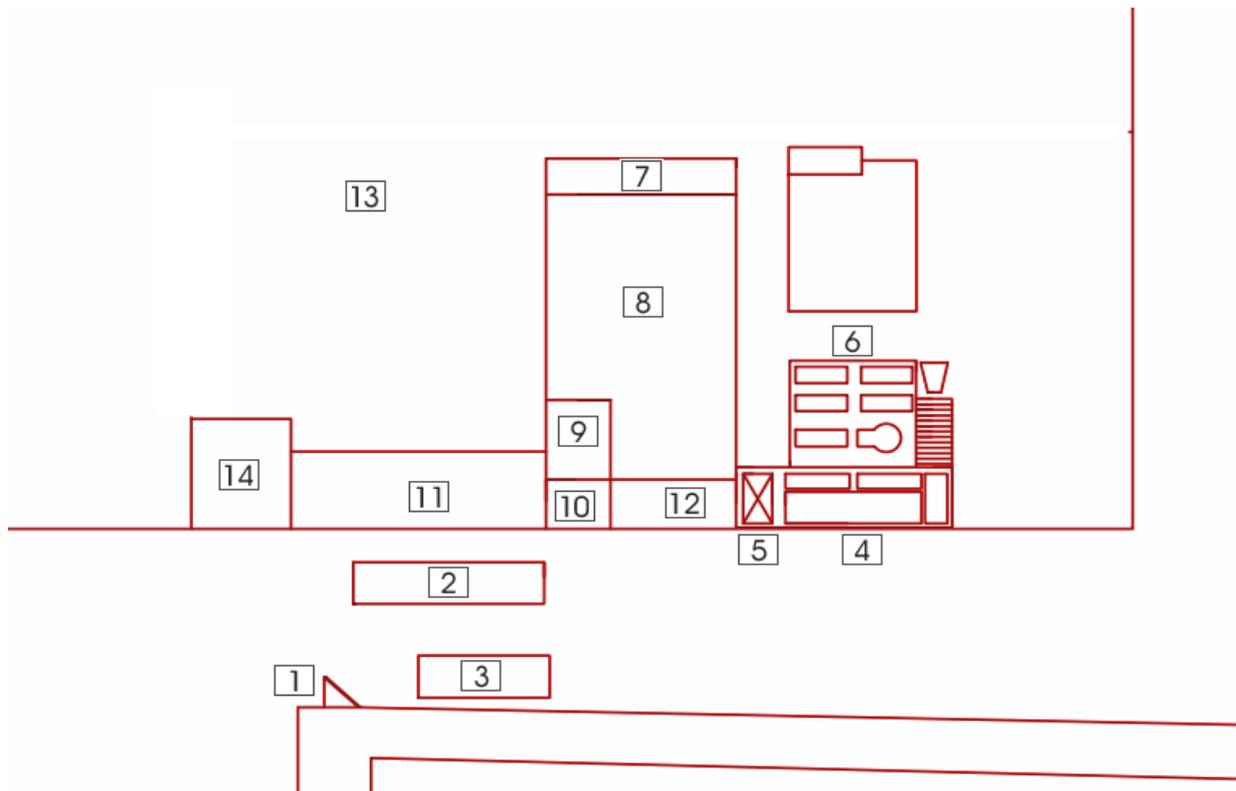


Figura 58. Diagrama de recorrido del proceso productivo. Fuente: Propia.

### 4.3.5 Plano general del Beneficio



Plano del área del proceso a analizar, descripción a continuación:

1. Entrada al beneficio, portón principal
2. Báscula pesa camiones
3. Oficina de báscula
4. Pilas de recepción de café
5. Bomba de uva
6. Pilas de fermentación
7. Secadoras guardiolas
8. Bodega de pergamino
9. Trilla
10. Cuarto de control de calidad
11. Bodega de exportación
12. Calderas y motores de vapor
13. Patios de secado de café
14. Oficinas.



Figura 59. Vista Panorámica del Beneficio J. Hill y CIA

#### 4.4 Costos de producción (Despulpe).

Siendo la parte del proceso productivo donde se centra la generación de las mayores cantidades de subproductos, se plasman los costos de producción para su respectivo análisis:

Tabla 25.

Costos de Producción en el proceso de despulpe y fermentación.

Concepto	Cantidad utilizada*	Valor monetario
<b>Manejo de Agua</b>		
Volumen de agua requerido para despulpe	11,356.24 m <sup>3</sup>	\$82,670.00**
<b>Energía en maquinaria</b>		
Despulpadoras John Gordon y Co.	30,000 kwh	\$5,000.00***
Bombas achicadoras para extracción en pozo	1,735 kwh	\$288.87
<b>Mantenimiento</b>		
Mantenimiento preventivo	9% del costo/oper.	\$8348.29
Mantenimiento correctivo	6% del costo/ope.	\$5565.53
<b>Costo del Recurso Humano</b>		
Mano de obra en despulpe****	2 operarios	\$2,400
Mano de obra en lavado	2 operarios	\$2,400
<b>Costo Total despulpe y fermentación</b>		<b>\$106,672.69</b>

\* Valores utilizados por año (temporada= aprox. 100 días).

\*\* Valor por uso de mantenimiento de tanque y control de mano de obra.

\*\*\* Uso de tarifa industrial (\$0.1665 kwh).

\*\*\*\* Pago de salarios mínimos.

Fuente: J. Hill y CIA, julio 2019.

#### 4.5 Datos productivos del Beneficio Las Tres Puertas

Las Tres Puertas tiene una producción promedio actual de 40,000 quintales de grano oro por cosecha anual, distribuidos en sacos con pesos de 150 libras, cuya bodega almacena un promedio de 35,000 a 40,000 quintales, organizados en piñas de 800 sacos (compilación de sacos de 60x30 uno encima de otro), listos para ser comercializados.

El Beneficio, además, cuenta con un total de 80 trabajadores en el área de producción, 15 en mantenimiento y 30 en el área de administración.



Figura 60. Bodega de café oro exportable. Fuente: J Hill y CIA, mayo 2019

#### 4.6 Maquinaria utilizada en el proceso de beneficiado

Actualmente el beneficio posee 5 despulpadoras (John Gordon), 2 bombas achicadoras de extracción de agua, 5 secadoras Guardiolas Mason y 1 Trilladora Mason.

- Despulpadora John Gordon

A continuación, se presenta la especificación de la despulpadora John Gordon:

Tabla 26.

Especificaciones maquina despulpadora

DATOS DE DESPULPadora	
Marca	John Gordon

Capacidad	20 qq oro/día
Potencia requerida	15 HP

Fuente: J Hill y CIA, mayo 2019

- Guardiolas de secado

A continuación, se presenta la especificación de las Guardiolas de secado:

*Tabla 27.*

Especificaciones máquina - caldera

DATOS DE GUARDIOLAS	
Marca	Mason
Cantidad	5
Capacidad	30 qq oro/17 hrs
Potencia requerida	3 HP

Fuente: J Hill y CIA, mayo 2019

- Trilladora

A continuación, se presenta la especificación de la maquina Trilladora:

*Tabla 28.*

Especificaciones maquinaria de trilla

DATOS DE TRILLADORA	
Marca	Mason Oliver
Cantidad	1
Capacidad	25 qq oro/ hrs
Potencia requerida	3 HP

Fuente: J Hill y CIA, mayo 2019

#### **4.6.1 Mantenimiento de la maquinaria**

El mantenimiento a la maquinaria es preventivo en temporada baja de café, para asegurar un correcto funcionamiento de la maquinaria en temporada alta, donde los niveles de producción de café son mayores y por tanto buscan reducir las probabilidades de paradas de producción a

causa de operaciones de mantenimiento correctivo, aunque siempre se presentan por las grandes cantidades de café procesadas y principalmente por el funcionamiento permanente de la maquinaria.

El mantenimiento preventivo es realizado en temporadas bajas aprovechando que las pilas de recibimiento de café tardan un aproximado de tres días en llenarse, en ese lapso de tiempo la maquinaria es desmontada, se realizan inspecciones a las piezas, realizando los cambios que estén previstos según el programa de mantenimiento o las que se encuentren defectuosas, reduciendo así las paradas de producción por corrección de fallas en la maquinaria.

#### **4.7 Capacidad instalada de producción Beneficio las Tres Puertas**

Las despulpadoras tienen una capacidad de procesar o despulpar 100 quintales oro por hora.

*Tabla 29.*

Capacidad instalada en el beneficio

CAPACIDAD	DATOS
QQ oro/hora	<b>100</b>
QQ uva/hora	<b>500</b>
Lb/hora	<b>22046.2</b>
Kg/hora	<b>4536</b>

Fuente: J

Hill y CIA, mayo 2019

#### **4.8 Manejo de los desechos sólidos**

Esta es la parte fundamental dentro del análisis de la situación actual, la empresa posee un sistema aceptable de manejo de desechos. Aprovechando la fuente de agua que poseen, les permite aprovechar al máximo el sistema de producción que manejan actualmente, no obstante, el uso limitado del agua puede verse afectado por leyes nacionales que protejan esas fuentes y las pongan a disposición de las sociedades civiles. Es ahí, donde el sistema podría fallar, y los métodos deberán cambiarse.

Según estadísticas de la empresa, los residuos generados en el proceso realizado son los siguientes:

Tabla 30.

Residuos obtenidos para el proceso de Beneficiado de 1 qq/uva de café. (45.36 kg uva)

<b>PROCESO</b>	<b>RESIDUO OBTENIDO</b>	<b>PERDIDA (KG)</b>
DESPULPADO	Pulpa fresca	19.78
DESMUCILAGINADO Y LAVADO	Mucilago	6.76
	Agua	7.76
TRILLA	Pergamino	1.91
	Película plateada	
<b>PERDIDA ACUMULADA</b>		<b>36.21</b>

Fuente: J Hill y CIA, mayo 2019.

El tratamiento realizado por el Beneficio en estudio a cada uno de estos desechos es el siguiente:

### **PULPA DE CAFÉ**

La pulpa es movida por un transportador de tornillo sin fin hasta el lugar destinado para su acumulación y una pequeña parte es solicitada por algunas fincas para utilizarlos como abono orgánico. Actualmente Las Tres Puertas desempeña un proyecto de creación de abono orgánico, del cual se están generando pruebas en ciertas fincas administradas por el Beneficio. Si bien, tienen manejo sobre este tipo de desecho, el olor ocasionado y la cantidad que se genera son inmensas; anualmente, la empresa produce aproximadamente de pulpa, la cual con métodos modernos y alternos podría reducirse la emisión de malos olores, y uso efectivo del mismo.



*Figura 61.* Tornillo sin fin que transporta la pulpa desde las pilas. Fuente: J Hill y CIA, mayo 2019

### **AGUAS MIELES O RESIDUALES**

Actualmente se generan 10,220.61 m<sup>3</sup> de aguas residuales (orgánicos + agua) en la empresa. Estas son transportadas y almacenadas en grandes pilas donde son tratadas con un sistema de flujo ascendente. Poseen 8 filtros que se establecen en 8 pilas de diferentes tamaños, las primeras 4 pilas de tratamientos se procesan en base a un sistema anaeróbico, mientras que las 4 finales lo hacen con sistema aeróbico, el cual incluye oxígeno para sustentar la mejora del tratamiento.

Los filtros permiten retener las cantidades de sedimentos que se van movilizandose en la decantación<sup>43</sup>. El sistema de rebalse, es el que va movilizandose las aguas, una tras otra; las pilas superiores reciben el agua miel y las empiezan a distribuir, los sedimentos en estas pilas son de mayores valores, pero con el paso de las primeras pilas, el DBO y Ph son mejor controlados durante todo el manejo de las aguas; este proceso tarda aproximadamente 30 días para llegar al punto óptimo.

La reducción de sedimentos es lenta y las primeras pilas se encargan de mitigar el hedor, por medio de colonias de bacterias que estabilizan y eliminan la parte sedimentada. Finalmente, las

---

<sup>43</sup> Método físico utilizado para la separación de mezclas, se usa para separar un sólido de uno o dos líquidos, uno más denso que otro y que por lo tanto ocupa la parte superior de la mezcla. Es un proceso importante en el tratamiento de las aguas residuales.

ultimas pilas sirven para darle los niveles óptimos y legales, para poderlas eliminar y expandirlas en la quebrada del Rio Zarco en cantón Zacarías.

Las Tres Puertas es de los pocos Beneficios que posee este tipo de sistema de tratamiento de aguas, la utilización de inmensas cantidades de agua le facilita el aprovechamiento al 100% de las pilas de captación. Los métodos actuales de beneficiado ecológico son una excelente opción para la reducción de las aguas mieles, que tanto daño ocasionan al no ser bien tratadas.

El detalle del sistema que maneja el Beneficio es el siguiente:

Tabla 31.

Pilas de captación del sistema de flujo ascendente.

PILA	CAPACIDAD (m3)	SISTEMA APLICADO	IMAGEN
SUPERIORES (CONTROL)	8000		
2	4500		
		ANAERÓBICO	
3	11000		
4	11000		
5			
6	2500	AERÓBICO	
7			
8			

Fuente: Dpto de Mantto, J Hill y CIA, mayo 2019

## **DESECHOS PRODUCTO DEL PROCESO DE BENEFICIADO SECO**

- Cascarilla: Es el desecho generado en el proceso de trilla, la cual es utilizada como fuente de energía en las secadoras artificiales o puesta junto con la pulpa.
- Cenizas: Son desechadas o utilizadas como fertilizante por fincas que lo soliciten.
- Emisiones de gases a la atmosfera: En el proceso de la combustión de la cascarilla en las secadoras artificiales se emiten emisiones de gases a la atmosfera tales como CO<sub>2</sub>.

### **4.8.1 Principales afectados del manejo de los residuos**

El manejo inadecuado de los residuos afecta directamente a la población aledaña al beneficio, los mantos acuíferos de la zona se ven afectados por el vertido de las aguas mieles aunque ya tratada la carga orgánica es reducida siempre constituye niveles de contaminación para mantos freáticos o fuentes de agua naturales incluyendo los que alimentan el pozo propiedad del beneficio, los fuertes y desagradables olores de algunos desechos generan acumulación de moscas que afectan a pequeñas plantaciones de pobladores con criaderos de larvas perdiendo por ello parte de sus cosechas.

### **4.8.2 Fase Beneficiado Húmedo**

El beneficiado húmedo tradicional (método más utilizado en el país) requiere grandes cantidades de agua en las etapas de despulpado y lavado del café, agua que es reutilizable hasta cierto punto del proceso de beneficiado húmedo, lo que ha provocado la contaminación de ríos y mantos acuíferos cercanos a zonas donde se ubican los beneficios de café en el país.

En el beneficio las tres puertas se utiliza actualmente el sistema tradicional para el beneficiado húmedo, requiriendo 0.28 m<sup>3</sup> por cada quintal oro procesado en dicha fase.

## **CAPITULO V: PROPUESTA DE MEJORA DE LAS PRÁCTICAS INDUSTRIALES MEDIANTE LA OPTIMIZACION DE LOS RECURSOS NATURALES Y EL APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS GENERADOS.**

### **5.1 Introducción**

El campo de aplicación de la Ingeniería Industrial es extenso, capaz de mejorar cualquier proceso sin importar su naturaleza o disciplina, mediante el análisis, uso de técnicas y herramientas que han demostrado ser efectivas en la resolución de problemas de ingeniería.

La aplicación del diagrama de Ishikawa permite desglosar el problema en causas y subcausas para facilitar el análisis sin importar la magnitud del mismo, y así, poder ver las relaciones entre todos los componentes que generan el problema y lograr divisar las posibles soluciones.

Todas las propuestas han sido formuladas con el objetivo de reducir la cantidad de residuos y agua utilizada durante el beneficiado húmedo, ya sean líquidos o sólidos, para disminuir el impacto ambiental que genera el proceso. Estas han sido evaluadas en una matriz ponderada en la cual se detallan todas las características primordiales que deben cumplirse para alcanzar los objetivos. El beneficiado Húmedo ecológico y las tecnologías actuales aplicadas en beneficios alrededor del mundo sirven como base para hilvanar las propuestas en Las Tres Puertas, pues estas prácticas han ayudado a reducir enormemente la utilización del agua en el proceso húmedo y consecuentemente, minimizado la producción de dicho residuo. Además, se desarrolla la propuesta para el control y aprovechamiento de dichos desechos, generando energía a partir de las cantidades diarias de los residuos de pulpa y agua miel. Finalmente, el capítulo contiene los presupuestos de inversión de cada una de las fases de la propuesta descrita, para brindar un punto de referencia a la empresa para el respectivo análisis financiero por parte de los administradores del Beneficio.

## 5.2 Análisis Causa – Efecto.

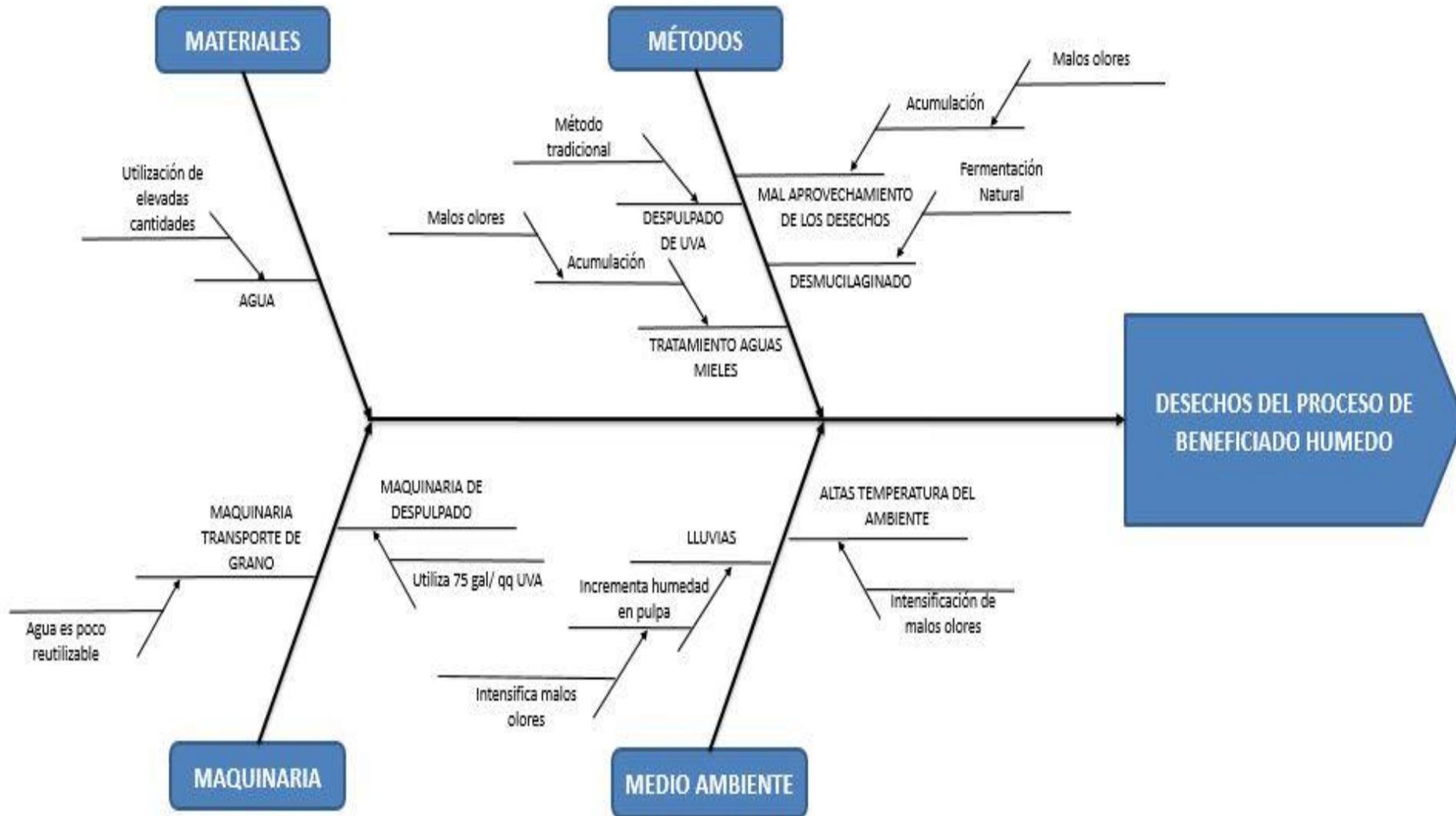


Figura 62. Diagrama Causa - Efecto para el problema de desechos.

El diagrama Ishikawa nos permite visualizar las causas que explican un determinado problema, orienta la toma de decisiones al abordar las bases que determinan un mal proceso o evento. En el análisis de la problemática de esta investigación, permite analizar las causas del problema de generación de desechos, desglosándolo en las partes principales de todo el proceso. Adicionalmente cada causa se puede desagregar con grado mayor de detalle en subcausas. Esto último resulta útil al momento de tomar acciones correctivas o en la generación de propuestas más apegadas a la realidad.

Primeramente, se parte del hecho que los mayores contaminantes se generan en el proceso Húmedo de Beneficiado (efecto), de esto surge las causas y subcausas en cada sección planteada.

El análisis minucioso realizado, permite encontrar dos relaciones fundamentales para las posibles soluciones al problema.

La primera es la relación **Maquinaria-Materiales-Método**. Dentro de la sección *Maquinaria*, encontramos que la maquinaria actual de despulpado necesita grandes cantidades de agua para realizar su función, esta parte del proceso es fundamental, porque de ahí es donde surgen las cantidades de desechos que se pudiesen generar. Directamente esta subcausa afecta la necesidad de *Materiales*, los cuales son aproximadamente 0.28 m<sup>3</sup> de agua por saco de 45 kg de café oro a procesar los que se necesitan para realizar dicho proceso, y que consecuentemente, la empresa al realizar este *Método*, genera inmensas cantidades de agua miel. Los métodos tradicionales del procesamiento del grano uva (específicamente despulpado y desmucilaginado) son, sin lugar a dudas, raíces del problema actual y que el diagrama nos permite visualizar como es su incidencia en las demás áreas del proceso húmedo.

La segunda relación es **Medio ambiente-Método**, indiscutiblemente, las condiciones climáticas afectan grandemente la proliferación e intensificación de efectos contaminantes de los desechos del proceso de Beneficiado húmedo. El control actual de las aguas residuales, es muy modesto y también el correspondiente a los desechos de pulpa, permite que se generen olores desagradables afectando a las personas que residen en los alrededores. Las cantidades de agua lluvia generan humedad en los desechos de pulpa, y estos después de estar secados, intensifican el mal olor y requieren un incremento de químicos y otros componentes para su control.

El inadecuado aprovechamiento o manejo de los desechos afecta de forma directa a las comunidades, contaminando el ambiente, e indirectamente a instituciones y fauna en general

que utilizan los mantos acuíferos de la zona. A nivel comercial y ante potenciales clientes internacionales, no es conveniente para la imagen y proyección de la empresa dañar el medio ambiente.

Estas dos relaciones encontradas en el diagrama de Ishikawa, permiten tener una mejor visión al momento de plantear posibles propuestas que reduzcan el daño ambiental, y a partir de ahí, atacar directamente las causas principales para la solución del problema.

## **5.3 Análisis de Alternativas.**

### **5.3.1 Metodología de evaluación.**

Según los problemas observados en el diagrama de Ishikawa, y de acuerdo a lo observado en visitas realizadas y por las experiencias previas de otros beneficios de café de la zona occidental, se plantean las siguientes alternativas:

1. Utilización de maquinaria de Beneficiado Ecológico, que permita principalmente la reducción y reutilización del uso de agua en el proceso de beneficiado húmedo.
2. Diseño e implementación de un programa de capacitación ambiental en el adecuado manejo y utilización de los recursos naturales (agua, suelo, aire, flora y fauna).
3. Fertilizante orgánico de pulpa descompuesta mediante degradación natural o forzada, para reutilizar la mayor parte del desecho sólido.
4. Cascarilla y pulpa seca como combustible para secadoras guardiolas.
5. Generación de biogás y energía eléctrica a partir de pulpa y mucilago.

Utilizar la pulpa y cascarilla como combustible presenta diversas desventajas, entre las cuales se puede hacer hincapié en la escasez de espacio suficiente para el secado de la pulpa, ya que, en la temporada de procesamiento del café, los patios son utilizados para el secado de éste; además del inconveniente de generar emisiones a la atmosfera y cenizas, así como también, incrustaciones corrosivas en las paredes y tuberías de las chimeneas de las secadoras causando deterioro.

Debido a dichos efectos, las alternativas 3 y 4, no se incluyen en el proceso de evaluación, ni en el resto del estudio.

#### **Matriz de ponderación de alternativas**

Las posibles alternativas serán sometidas a un proceso de evaluación mediante diferentes criterios, con el fin de seleccionar la o las mejores dentro del estudio. Dichos criterios y sus ponderaciones, se consideran bajo consenso, observaciones directas y consultoría profesional. Los criterios con sus respectivos pesos son:

- Minimización del impacto ambiental (25%): Es la prioridad del estudio, por lo que este criterio tiene mayor peso al evaluar las alternativas
- Eficiencia de los recursos naturales (15%): Aprovechamiento de recursos naturales en el proceso; principalmente el uso del agua.

- Utilización de subproductos (15%): Reutilización de desechos generados por el beneficiado húmedo.
- Probabilidad de alcanzar los objetivos (15%): Correspondiente a lograr la eficiencia y propósito de cada alternativa evaluada.
- Relación costo/beneficio ambiental (15%): Mide los beneficios económicos, sociales y ambientales en relación al coste económico de las alternativas.
- Horizonte del proyecto (10%): Lapso de tiempo para el cual se estima que la alternativa cumpla exactamente con los objetivos.
- Aceptación social (5%): Establece el nivel de aceptación de parte de instituciones gubernamentales, sector comercio-industria y población en general.

En la tabla 32, se definen y explican las calificaciones que conforman la escala recomendada para los criterios de evaluadores de cada alternativa; los valores en ella contenidos representan una escala absoluta, con los que se puede operar perfectamente.

*Tabla 32.*

Escala fundamental de calificación de criterios.

<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>DEFINICION</b>	<b>EXPLICACION</b>
1	MUY LEVE	El impacto de la alternativa en el criterio es muy leve.
2	LEVE	El impacto de la alternativa en el criterio es leve.
3	MODERADA	El impacto de la alternativa en el criterio es moderado.
4	FUERTE	El impacto de la alternativa en el criterio es fuerte o demostrado.
5	ABSOLUTA	El impacto de la alternativa en el criterio es absoluto.

Fuente: Propia.

En la *Tabla 33* se presenta la matriz con sus diferentes criterios:

Tabla 33.

Matriz de ponderación de alternativas.

CRITERIOS	FACTOR PONDERACIÓN	ALTERNATIVA		
		1	2	5
Minimización del Impacto ambiental	0.25	4	1.5	4
Eficiencia de los recursos naturales	0.15	5	2	4
Utilización de subproductos	0.15	2.5	1	4
Probabilidad de alcanzar los objetivos	0.15	4	1.5	3
Relación costo/beneficio ambiental	0.15	3.5	2.5	4
Horizontes del Proyecto	0.1	4	1	3
Aceptación Social	0.05	5	5	5
<b>VALOR ALTERNATIVA</b>	<b>1</b>	<b>3.90</b>	<b>1.78</b>	<b>3.80</b>

Fuente: Propia.

La alternativa óptima es la utilización de maquinaria para beneficiado ecológico, que produzca un notable impacto ambiental positivo, eliminando así, la probabilidad de incurrir en multas o sanciones por parte del gobierno, y en la cual se genere un uso eficiente de los recursos naturales, específicamente del agua que el proceso requiere en el beneficiado húmedo.

Para la implementación de esta alternativa se considera conveniente desarrollar la alternativa 5, que es complementaria al proyecto y daría mayores beneficios al aprovechar los subproductos a disposición de la empresa, siendo una propuesta integral en dos fases que abarque todos los problemas actuales y así atacar directamente las dos relaciones mostradas en el diagrama de Ishikawa que están generando impacto ambiental negativo por parte de la empresa.

#### **5.4 FASE I: ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE BENEFICIADO ECOLOGICO HÚMEDO QUE PERMITA LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA DENTRO DEL PROCESO.**

Dentro del proceso productivo analizado en la empresa, se identificó que el sistema tradicional de beneficiado de café que actualmente se utiliza, consume grandes cantidades de agua para realizar el despulpe y posterior desmucilaginado de los frutos, y es ahí, donde radica el problema que genera grandes volúmenes de aguas de desecho. Dicho proceso es realizado utilizando un flujo de agua, para el cual es necesario grandes cantidades de agua que, como ya se mencionó son de aproximadamente 0.28 m<sup>3</sup> por saco de 45 kg de café oro a procesar, si bien, estas cantidades son recirculadas por medio de canales que rodean las cribas de clasificación en una pequeña parte del proceso húmedo, este exceso de agua podría evitarse al utilizar maquinaria adecuada.

La raíz del problema radica en que, entre más agua se utiliza más aguas mieles se generan y más humedad está presente en el desecho de pulpa, generando en ambas situaciones, mal olor que afecta al entorno y sus habitantes.

También el café en uva de primera, procedente del sifón y el café que sale por el extremo de la criba de flotes, se conduce por medio de una corriente de agua hacia los pulperos. Previo a llegar al cilindro despulpador, se realiza una separación del agua de arrastre y del fruto de café.

Una alternativa viable, que no afecta la calidad del producto, es que el café uva debería despulparse en seco, a través de un sistema de Beneficiado ecológico.

El despulpado en seco tiene las siguientes ventajas:

- a) Ahorro de la cantidad de agua necesaria para el proceso de despulpe,
- b) Fermentaciones más rápidas, debido al lavado de azúcares del grano,
- c) Menor pérdida en el peso del grano, ya que se reduce la pérdida de alcoholes y aceites esenciales.
- d) La empresa y su proceso de beneficiado no queda supeditado a la disponibilidad de grandes cantidades de agua.

Para el despulpado en seco del café uva de primera se pueden utilizar pulperos con diseños tecnológicamente más eficientes, como lo constituyen los pulperos cónicos verticales que por

su diseño despulpan mejor el café, no dañan el grano y consumen aproximadamente 50% menos de energía. Además, estos despulpadores operan sin agua.

Los despulpadores convencionales pueden dañar mecánicamente el grano si la maduración no es óptima y regularmente requieren de cierta cantidad de agua para despulpar bien el café. La pulpa descargada por los pulperos deberá ser transportada fuera del área de procesamiento por medio de un transportador helicoidal (tornillo sin fin) para evitar el uso de agua y, además, prevenir el lavado de sus azúcares que ayudan en el proceso de elaboración de abono orgánico.

Además, es recomendable que el proceso de desmucilaginado el cual se realiza por medio del proceso natural de la fermentación, pueda realizarse por medios mecánicos, en los que se utiliza normalmente máquinas accionadas por energía eléctrica que eliminan parcialmente el mucílago dejando restos de esta sustancia en la hendidura del grano.

Eliminar el mucílago por medios mecánicos, utilizando máquinas desmucilaginadoras es la solución para reducir el consumo de agua en ese proceso. El sistema ecológico consume poca agua, y genera un consumo de energía eléctrica relativamente menor con respecto a la maquinaria tradicional. Estos equipos proporcionan una manera de eliminar el mucílago del grano en forma continua, lo que significa que se reduce el tiempo que conlleva fermentar naturalmente. Su empleo puede considerarse una operación versátil, sin embargo, al final del proceso quedan residuos de mucílago en la hendidura del grano, afectando su apariencia, si no se tiene un secado inmediato. Si no es posible secar inmediatamente, se aconseja fermentar naturalmente el café por un corto tiempo (alrededor de 6-8 horas) para terminar de eliminar los restos de mucílago.

Las principales características de este tipo de Beneficiado en comparación al tradicional son las siguientes:

*Tabla 34.*

Características Beneficiado ecológico vs Beneficiado tradicional.

<b>OPERACIÓN</b>	<b>BENEFICIO TRADICIONAL</b>	<b>BENEFICIO ECOLÓGICO</b>
DESPULPADO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Defectos por retrasos en la separación del grano y la pulpa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evita la sobrepresión de granos en la despulpadora.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Separación incompleta de la pulpa de los granos (café con aroma a fermento).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseños que facilitan la extracción de verdes con uvas.</li> </ul>
FERMENTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Fermentación incompleta.</li> <li>✓ Café sin fermentar (manchas, hongos), sabor a sucio o agrio.</li> <li>✓ Sobre-fermentación del café, café avinagrado, pérdida de peso.</li> <li>✓ Puede generar sabores y aromas indeseables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se eliminan los problemas de la fermentación y el lavado con el uso del desmucilagador que los sistemas ecológicos poseen.</li> <li>✓ Se puede controlar el 85 % de la contaminación generada en el proceso.</li> </ul>
LAVADO	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pergamino manchado, sabor a sucio o fermento y contaminado por el uso de aguas sucias.</li> <li>➤ Lavado parcial del grano dejando parte del mucílago o ácidos formados durante la fermentación (defecto fermento).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Cuando la cereza es de buena calidad se puede obtener café pergamino lavado con menos del 2 % de desperfectos.</li> </ul>

Fuente: Propia.

#### 5.4.1 Maquinaria para el Beneficiado Ecológico

La maquinaria recomendada para el Beneficio Las Tres Puertas es la UNIDAD DE DESPULPE Y CLASIFICACIÓN ECOLOGICA UDC 6 - PLUS marca PENAGOS.

La unidad de despulpe y clasificación ecológica UDC 6 - plus, puede procesar hasta 4000 kilogramos de café uva por hora, con tan sólo 5 HP de potencia eléctrica despulpadora,

proporcionando porcentajes de trilla y cascaneo inferiores al 2%, y además garantizando la NO presencia de granos en la pulpa. (Ver anexo 3: Ficha técnica de maquinaria ecológica)

Esta máquina de Beneficiado es una unidad completa en un solo equipo para cafés diferenciados. Las UDC, con cero consumos de agua, despulpan el café cereza maduro a través de nuestra patentada despulpadora vertical con pecheros inteligentes, y clasifica los cafés verdes con tecnología de separación que cuenta con un renovado sistema de cribas. Además, posee una limpiadora que retira el exceso de pulpa presente en el café pergamino para sus posteriores procesos (fermentado o desmucilaginado según el objetivo del cliente).

Este sistema ecológico tiene como ventajas:

- Esta tecnología integra los procesos de despulpado, separación, clasificación y limpieza.
- Conserva las condiciones naturales de la pulpa.
- Se adapta fácilmente a las condiciones cambiantes de su cosecha.
- Cero pérdidas de grano en pulpa.
- Pecheros con sistema exclusivo de elastómeros.<sup>44</sup>
- Tecnología de separación de verdes incorporado dentro del mismo proceso de despulpado.
- Posible disminución de uso de agua hasta de un 95%.
- Conservación de las condiciones naturales de la pulpa.
- Fácil adaptación a las condiciones cambiantes de su cosecha.
- Cero pérdidas de grano en pulpa.
- Equipos compactos, que requieren poca área de instalación.
- Recuperación de hasta el 50% del café rechazado.

*Tabla 35.*

Ficha técnica maquinaria propuesta.

<b>Capacidad (Kg uva/Hora)</b>	3500 - 4000
<b>Potencia eléctrica Delva</b>	7.5 HP <sup>45</sup>

<sup>44</sup> Tipos de compuestos que incluyen no metales en su composición y que muestran un comportamiento elástico.

<sup>45</sup> El voltaje mínimo en las líneas, para las potencias recomendadas debe ser de 205 voltios. Los motores recomendados son para condiciones de trabajo normales, cualquier cambio de estas condiciones afecta las potencias y por lo tanto deben ser consultadas con el departamento de asistencia técnica de PENAGOS o con su representante en cada país. Fuente: <http://www.penagos.com/producto/unidad-compacta-de-beneficio-ecologico-ucbe-5000/>.

<b>Potencia eléctrica de despulpe</b>	5 HP
<b>Peso Neto</b>	1000 kg
<b>Área mínima de instalación</b>	12 mts <sup>2</sup>
<b>Agua utilizada / kg de cereza</b>	0.25 L/Kg uva

Fuente: Penagos.com



Figura 63. Unidad de Despulpe y clasificación ecológica UDC 6 -Plus marca PENAGOS. Fuente: Penagos.com

La Unidad de Despulpe y clasificación ecológica UDC 6 - Plus procesa hasta 4000 kg de café uva/hora, equivalentes a 90 qq de café uva/hora. Por la conversión de quintal oro a uva (1 qq oro = 5 qq uva) se necesitaría una capacidad de 2000 qq uva/día para procesamiento, ya que actualmente el Beneficio tiene una demanda promedio de 400 qq café oro/día en 100 días hábiles laborales durante la temporada.

#### 5.4.2 Inversión estimada propuesta N°1 y los Beneficios estipulados

Tabla 36.

Presupuesto de Maquinaria nueva.

<b>Presupuesto de Maquinaria para Beneficio Las Tres Puertas</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Total</b>
UDC 6 - PLUS	3	\$41,174.00	\$123,522.00

Gastos de Despacho	1	\$760.00	\$2,280.00
Flete Marítimo	1	\$1,420.00	\$4,260.00
Seguro	1	\$370.00	\$1,110.00
		<b>Subtotal</b>	<b>\$131,172.00</b>
IVA	1	13%	\$17,052.36
		<b>TOTAL, INVERSIÓN</b>	<b>\$148,224.36</b>

Fuente: Penagos.com

Como se aprecia el costo en maquinaria es de \$148,224.36. Esta inversión se ve compensado con la reducción del costo de manejo del agua, ahorro energético y mano de obra en el proceso, además de que va acompañado del beneficio más importante, ser amigable con el medio ambiente. A continuación, se describe un cuadro donde se presenta una comparación entre el consumo actual y el que se generaría con la maquinaria UDC 6 -Plus, teniendo en cuenta que actualmente se consumen 0.06 m<sup>3</sup> (15 gal) por saco de 45 kg de café uva procesado, y con la propuesta se consumen 0.00025 m<sup>3</sup> (0.07 gals) de agua por 1 kg de café uva procesado, lo cual equivale a 0.011 m<sup>3</sup> (3 galones) por saco de 45 kg (quintal) de café uva procesado.

*Tabla 37.*

Comparación de consumo de agua por temporada por quintal de café oro.

<b>Descripción</b>	<b>Actualmente</b>	<b>UCBE5000</b>
Consumo de Agua	0.28 m <sup>3</sup> (75 gal) / qq oro	0.06 m <sup>3</sup> (15 gal) / qq oro
producción	40000 qq de café oro	40000 qq de café oro
<b>Total de consumo</b>	<b>11,356.24 m<sup>3</sup>/ 3,000,000 gal</b>	<b>2,271.25 m<sup>3</sup>/ 600,000 gal</b>

## REDUCIENDO EN UN 80 % EL CONSUMO DE AGUA EN LA TEMPORADA

Fuente: Propia.

Esta nueva tecnología basada en el menor requerimiento de agua, genera una reducción de la contaminación hasta un **78 %**, ahorro en costo de beneficio y fácil mantenimiento, incremento en calidad de café pergamino, reducción de mano de obra, manejo adecuado de los subproductos.

Es una buena alternativa de solución al problema, ya que produce menor cantidad de aguas residuales, debido a la escasa cantidad de agua utilizada en todo el proceso de beneficiado, así, de **10,220.61 m<sup>3</sup>** que actualmente se generan de aguas mieles, existiera una generación de 78% de desechos menos, generando únicamente **2248.53 m<sup>3</sup>** con este nuevo sistema ecológico, una considerable reducción de ese contaminante, que traería consigo menor contaminación al ambiente, problemas salubres a las colonias aledañas y ahorros económicos para la empresa.

Tabla 38.

Ahorros monetarios que conllevaría el uso de la maquinaria propuesta.

Concepto	Cantidad actual utilizada*	Costo actual	Cantidad proyectada en propuesta*	Ahorro monetario anual
<b>Manejo de Agua</b>				
Volumen de agua requerido para despulpe	11,356.24 m <sup>3</sup>	\$82,670.00**	2,271.25 m <sup>3</sup>	\$66,136.00
<b>Energía en maquinaria</b>				
Despulpadoras John Gordon y Co.	30,000 kwh	\$5,000.00***	27,195 kwh	\$472.03
Bombas achicadoras para extracción en pozo	1,735 kwh	\$288.87	347 kwh	\$231.09
<b>Mantenimiento</b>				
Mantenimiento preventivo	9% del costo/oper.	\$8348.29	5% del C/O	\$7172.31
Mantenimiento correctivo	6% del costo/ope.	\$5565.53	2% del	\$5334.44

<b>Costo del Recurso Humano</b>				
Mano de obra en despulpe****	<b>2 operarios</b>	<b>\$2,400</b>	<b>2 operarios</b>	<b>\$0.00</b>
Mano de obra en lavado	<b>2 operarios</b>	<b>\$2,400</b>	<b>0 operarios</b>	<b>\$2,400.00</b>
<b>COSTO TOTAL DESPULPE Y FERMENTACIÓN</b>		<b>\$106,672.69</b>		<b>\$81,745.87</b>

\* **Valores utilizados por año.**

\*\* **Valor por uso de mantenimiento de tanque y control de mano de obra.**

\*\*\* **Uso de tarifa industrial (\$0.1665 kwh).**

\*\*\*\* **Pago de salarios mínimos.**

Fuente: Propia.

Otra ventaja es el ahorro en el costo de construcciones, ya que todos los componentes de este Beneficio (despulpadora cónica vertical, desmucilagador vertical ascendente (DELVA), tornillo sin fin, motor), han sido colocados en una estructura metálica modular y dispuestos en forma armónica, con diseños que permiten procesar volúmenes de café determinados en forma continua.

Otros aspectos que pueden considerarse pueden beneficiar a la empresa y generar ventajas económicas son las siguientes:

- Los defectos de café se reducen de 3% al 2% aproximado, esto generando más beneficios para los clientes y una mejor imagen productiva para la empresa.
- Aprovechamiento y cuidado de las vertientes naturales de agua para el consumo humano y consumo animal.
- Eliminación del pago de multas al gobierno por la contaminación de los ríos y medio ambiente.
- Los desechos orgánicos extraídos pueden generar mayores rendimientos de lombricomposteo en menor tiempo. Asimismo, por la facilidad de manejo manual del lombricomposteo que pesa menos, no se aglomera, y no genera olores indeseables.
- Mayor durabilidad de las estructuras civiles para manejo de pulpa sin exceso de agua.
- Imagen empresarial ecológica. Los negocios ecológicos gozan de la simpatía del público y tienen una imagen positiva en la mente de los consumidores.

## 5.5 FASE II: CONTROL DE CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS MIELES Y DESECHOS DE PULPA DEL CAFÉ A TRAVÉS DE LA OBTENCIÓN DE GAS POR MEDIO DE UN BIODIGESTOR.

### 5.5.1 Análisis del sistema propuesto

Los biodigestores son tanques cerrados dentro de los cuales la materia orgánica es degradada en condiciones anaeróbicas, es decir sin oxígeno, por acción de microorganismos transformándola en metano, dióxido de carbono (biogás) y agua (bioabono). Los biodigestores convencionales son utilizados generalmente para tratar sustratos concentrados con alto contenido de sólidos como el estiércol de bovinos, porcinos y materiales orgánicos de otros animales, que se degradan con tiempos de retención superiores a 20 días.

Se diferencia de los sistemas de alta tasa como los reactores anaeróbicos de flujo ascendente (RAFA), empleados para depurar las aguas residuales diluidas con materia orgánica soluble como aguas mieles de café, vinazas, domésticas, etc., en los tiempos de retención ya que son relativamente cortos y oscilan entre 6 y 72 horas, para tratar el sustrato.

Aprovechando las capacidades caloríficas de los principales desechos del proceso productivo puede llegar a generarse una gran cantidad de energía por medio del Biodigestor más efectivo.

Las capacidades caloríficas de las aguas mieles y de la pulpa son las siguientes:

Tabla 39.

Capacidad calorífica de los principales Subproductos del café

SUBPRODUCTO	PODER CALORÍFICO
PULPA	0,54 MJ/Kg Pulpa fresca <b>Combustible gaseoso (Biogás)</b>
AGUA MIEL (MUCILAGO+AGUA RESIDUAL)	2,00 MJ/Kg Mucilago gaseoso <b>Combustible gaseoso (Biogás)</b>

Fuente: Avances técnicos CENICAFE, marzo 2010.

## **BENEFICIOS DEL USO DE BIODIGESTORES**

La implantación de un biodigestor genera los siguientes beneficios:

- a) **Beneficios Ambientales:** Reduce en un 70% la carga contaminante que se vierte generalmente a las corrientes superficiales. Permite disminuir la tala de los bosques debido al reemplazo de la leña por el biogás. Contribuye a la disminución de proliferación de vectores y olores.
- b) **Beneficios Sociales:** Mejora las condiciones de las labores domésticas (preparación de la comida) por la disminución de humos cuando se sustituye la leña por el biogás. Mejora las condiciones de vida de los trabajadores del beneficio de café.
- c) **Beneficios Económicos:** Reducción en un 70% en la compra de otros combustibles y ahorro en la compra de abonos químicos.

## **FACTORES LIMITANTES PARA LA APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA.**

- a) Temperaturas menores a 18°C.
- b) Producción de pulpa de café menor que 20 kg/día.
- c) Falta de líquidos en residuos.
- d) Falta de equipos para uso del biogás.
- e) Falta de personal para realizar las labores de operación y mantenimiento de la planta.

El arranque del biodigestor se debe realizar después de efectuar la prueba de presión con el fin de verificar la no existencia de fugas en la cúpula. La planta se llena con agua inoculando la pulpa de café preferiblemente, o estiércol de ganado vacuno y los lodos generados en la planta en elementos anteriores.

La operación de los biodigestores, implica realizar las siguientes labores:

- ✓ Cargar la planta continuamente, mezclando el material para homogenizarlo antes de introducirlo a la planta.
- ✓ Revisar las trampas de agua y las llaves de paso.
- ✓ Revisar las compuertas que separan las aguas lluvias de las aguas residuales.
- ✓ Quemar el gas producido evitando así malos olores.
- ✓ Controlar escapes de gas.

## SELECCIÓN DEL TIPO DE BIODIGESTOR

Los diferentes sistemas de biodigestión anaeróbica se clasifican en función del tipo de materia, el tiempo en que la degradan y el proceso de carga de la materia. Cada sistema posee características de funcionamiento distintas y su diseño, en la búsqueda de una mayor eficiencia, ha evolucionado con el tiempo.

Existen diferentes clasificaciones de sistemas de biodigestión, pero, de manera general, se pueden clasificar según el proceso de carga de la materia (agua residual, excretas) dos tipos genéricos de biodigestores:

- a. **Biodigestores de flujo discontinuo:** Se cargan una vez y quedan cerrados por un tiempo fijo de retención hasta que haya terminado el proceso de fermentación y no haya producción de gas. En esas plantas al comienzo hay mucha masa orgánica y pocas bacterias y al final tienen muchas bacterias y poca masa orgánica. La operación involucra principalmente cargar un biodigestor que permanecerá cerrado con sustrato, un inoculante y en algunos casos, una base para mantener el pH casi neutral. El digestor es sellado, y la fermentación se realiza entre 30 y 180 días, dependiendo de la temperatura ambiente. Durante este período, la producción de gas aumenta paulatinamente hasta un máximo y luego declina. Esta fermentación se puede realizar con un contenido de sólidos orgánicos de 6 a 10%.
- b. **Digestores de flujo continuo:** Los digestores de flujo continuo son cargados y descargados en forma periódica, por lo general todos los días. Cualquier tipo de construcción es apropiada para una planta continua, pero el material de fermentación debe ser fluido y uniforme.

El tipo de digestor más utilizado en el área de caficultura es el de Flujo continuo, debido a la producción periódica que se genera de desechos cuando la temporada de producción está activa. Es por ello, que se diseñará un modelo teórico de biodigestor continuo para el Beneficio Las Tres Puertas, en el cual se calculará la cantidad de energía y los ahorros a la institución en cuanto a costos energéticos, posteriormente se cotizará el sistema diseñado para tener un parámetro del valor en el mercado de un biodigestor con las características necesarias.

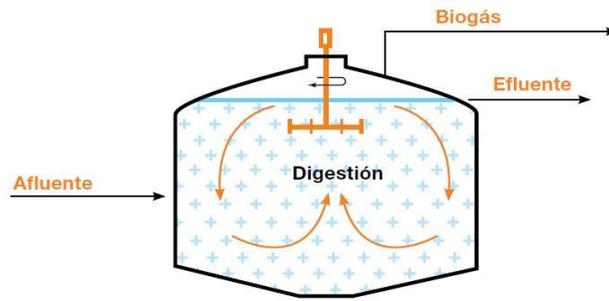


Figura 64. Esquema general de un Biodigestor de flujo continuo.

## 5.5.2 Diseño Hidráulico Sanitario

### 1. MATERIA PRIMA PARA CARGA:

$$MPC = P + M + AM$$

Donde:

MPC = Materia prima para carga en kilogramos por día.

P = Pulpa en kilogramos por día

M = Mucílago en kilogramos por día.

AM = Agua miel en kilogramos por día

Para Biodigestor en Las Tres Puertas:

$$MPC = 8328.42kg/dia + 6113.68kg/dia + 112000 kg/dia$$

$$\mathbf{MPC = 126442.10 kg/dia}$$

### 2. PORCENTAJE DE SÓLIDOS TOTALES:

$$\%ST = \frac{(P + M)\%PM}{MPC} * 100$$

Donde:

%ST = Porcentaje de sólidos totales en la materia prima para carga

MPC = Materia prima para carga en kilogramos por día.

%PM = Porcentaje de sólidos en la pulpa y mucílago.

P+M = Pulpa y mucílago en kilogramos por día

Para Biodigestor en Las Tres Puertas:

$$\%ST = \frac{(8328.42kg + 6113.68kg)77.38\%}{126442.10 kg} * 100$$

$$\%ST = \mathbf{8.84\%}$$

### 3. SÓLIDOS TOTALES:

$$ST = \frac{\%ST * MPC}{100}$$

Donde:

ST = Cantidad de sólidos contenidos en la materia prima para carga, en kilogramos por día.

%ST = Porcentaje de sólidos en la carga o materia prima, el cual debe ser inferior al 10%.

MPC = Materia prima para carga en kilogramos por día.

Para Biodigestor en Las Tres Puertas:

$$ST = \frac{8.84 * 126442.10}{100}$$

$$ST = \mathbf{11177.48 kg/dia}$$

### 4. MASA DE AGUA PARA MEZCLA:

**Solamente se calcula cuando el porcentaje de sólidos totales (%ST) es superior al 10%.**

$$M_{H2O} = \frac{MPC(ST)}{10} - MPC$$

Donde:

MH2O = Masa de agua para mezcla que disminuye hasta un 10% los sólidos orgánicos contenidos en la materia prima, en kilogramos por día.

ST = Cantidad de sólidos orgánicos contenidos en la materia prima para carga, en kilogramos por día.

MPC = Materia prima para carga en kilogramos por día

## 5. CARGA:

$$C = MPC + M_{H_2O}$$

Donde:

C = carga diaria para alimentar el digestor en kilogramos por día o litros por día (se asume que un litro pesa un kilogramo).

MPC = Materia prima para carga en kilogramos por día.

MH<sub>2</sub>O = Masa de agua para mezcla que disminuye hasta un 10% los sólidos orgánicos contenidos en la materia prima, en kilogramos por día.

Para Biodigestor en Las Tres Puertas:

$$C = 126442.10 \text{ kg/dia} + 0$$

$$C = \mathbf{126442.10 \text{ kg/dia}}$$

## 6. CÁLCULO DEL TIEMPO DE RETENCIÓN:

El posible tamaño del digestor (volumen del digestor) es determinado por el tiempo de retención (TR) y por la carga diaria. Se recomienda escoger el TR apropiado de acuerdo a la temperatura promedio del sitio en el cual va a operar, utilizando la relación generada en la

$$TR = -51.227 \ln T + 206.72$$

Donde:

TR= Tiempo de retención en días

Ln= Logaritmo natural

T= Temperatura promedio en grados centígrados del sitio donde se instalará el biodigestor

Para Biodigestor en Las Tres Puertas:

$$TR = -51.227Ln33^{\circ} + 206.72$$

$$TR = 27.60 \text{ dias}$$

## 7. CÁLCULO DE LA POSIBLE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS:

$$PG = MPC(SO)P$$

Donde:

PG = Gas producido en m<sup>3</sup>

MPC = Materia Prima de Carga en kilogramos por día

SO = Porcentaje de materia orgánica de la pulpa y mucílago.

P = Producción aproximada de m<sup>3</sup> de gas/1 kg masa orgánica

Para Biodigestor en Las Tres Puertas:

$$PG = 126442.10kg(8.84\%)0.25 \text{ m}^3/kg$$

$$PG = 2781.73 \text{ m}^3$$

El diseño teórico preliminar ha sido realizado con la asesoría de la empresa Novatio de Colombia, la cual es una empresa especializada en la fabricación, instalación y operación de biodigestores en América Latina. Según los datos actuales de los desechos generados en el beneficio, se ha cotizado el modelo de Biodigestor de laguna carpada con membrana que tiene una capacidad PG, que teóricamente llegaría a producir **100 kWh de energía eléctrica** durante periodos de 12 horas cada día, generando aproximadamente **40,000 kWh al mes**. Así, considerando la tarifa industrial promedio aplicada a la empresa, se contaría con un valor monetario generado de aproximadamente **\$6000.00**<sup>46</sup>.

El modelo de Biodigestor de laguna carpada diseñado por Novatio es el siguiente:

---

<sup>46</sup> Considerando la tarifa industrial promedio del Beneficio = \$0.1665 x kWh. <http://www.aes-elsalvador.com/servicio-al-cliente/tarifas-vigentes/>

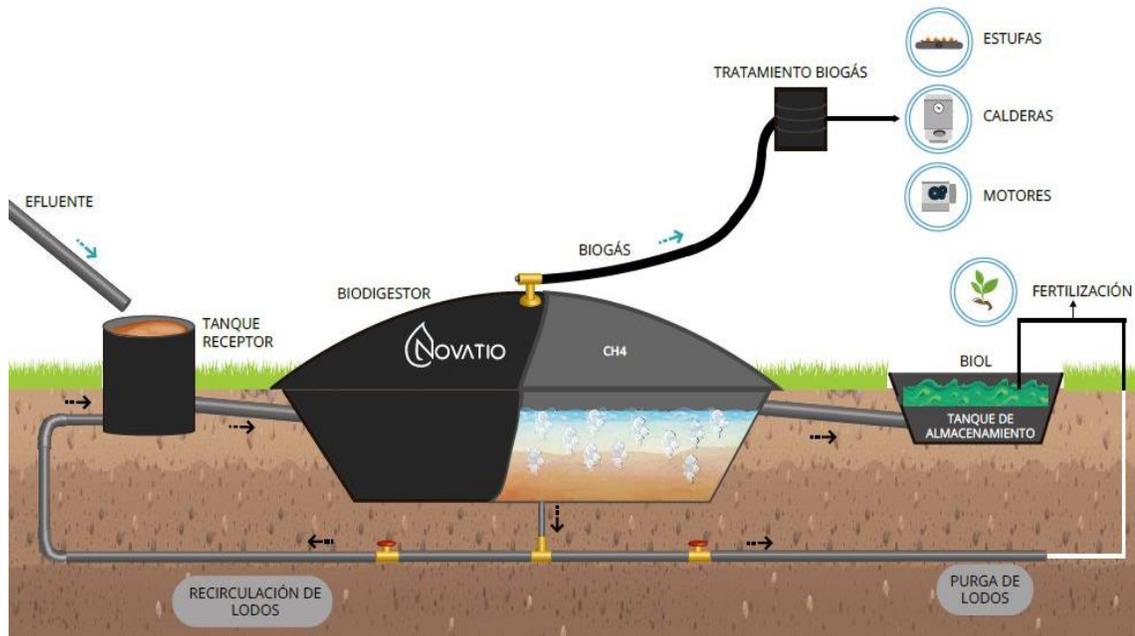


Figura 65. Suministro de diseño de biodigestor en laguna carpada por parte de la empresa Novatio.

### **CARACTERISTICAS NECESARIAS EN EL PROCESO DEL BIOGESTOR**

El biodigestor remueve entre un 60% y 70% de la carga contaminante y los sólidos en el agua residual. Para asegurar un rendimiento óptimo del Biodigestor deben considerarse los siguientes aspectos:

- a) Nivel de amoníaco: Para un correcto funcionamiento, los niveles de amoníaco dentro de los digestores deben mantenerse por debajo de los 2000 mg/litro.
- b) Mantenimiento del pH en el digestor.

Tabla 40.

Valores de pH para la Producción del Biogás.

PH	PRODUCCIÓN
7 – 7.2	ÓPTIMO
6.2	RETARDA LA ACIDIFICACIÓN
7.6	RETARDA LA AMONIZACIÓN

Fuente: Implementación de sistemas de biodigestión en ecoempresas, Honduras 2012.

Esto significa que la carga de fermentación no debe ser ni alcalina ni ácida. Si la carga del digestor es demasiado alta, el valor del pH disminuye.

- c) En caso de cambiar el tipo de materia prima que se utiliza para la carga, se debe redimensionar el biodigestor para adaptarlo a las nuevas condiciones.
- d) No introducir en el digestor fertilizantes fosfatados. Las condiciones de ausencia de aire producen compuestos de fósforo altamente tóxicos.
- e) No hacer llama en sitios cercanos.
- f) No usar el gas inmediatamente después de retirar el efluente del tanque de almacenamiento del digestor. Al realizar esta operación de descarga puede producirse eventualmente un efecto de presión negativa que puede tener las siguientes consecuencias: Devolver la llama al digestor, provocando una explosión ó Introducir aire al digestor, lo cual sería nocivo para el proceso. Por ello se recomienda compensar el sistema alimentando al digestor una cantidad igual (carga diaria) al volumen de efluente retirado del tanque. Efectuada esta operación se deja transcurrir un tiempo prudencial (no más de ½ hora) para que se restablezca la presión positiva antes de usar el gas.
- g) Como una buena práctica, para un esquema de cualquier tamaño se necesitará tener en cuenta que se hará cuando el digestor alcance el final de su vida útil.

Algunas recomendaciones sobre la ubicación del digestor son:

- No debe estar próximo a corrientes o nacimientos de agua.
- Evitar las zonas con tráfico continuo de personas o animales.
- Cerca del sitio donde se usa el efluente.
- La distancia mínima a lugares muy calientes o donde haya llama debe ser de 30 metros.
- El digestor debe ser diseñado para funcionar como parte de las operaciones de la instalación.

### **5.5.3 Inversión estimada propuesta N° 2 y los beneficios estipulados.**

*Tabla 41.*

Presupuesto del sistema planteado.

<b>Descripción</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Total</b>
Ingeniería y coordinación	\$21,241.18	\$21,241.18
Carpado de laguna (11,000 m3)	\$108,052.94	\$108,052.94
Suministro sistema de biogás (filtro biológico filtro químico, sistema de secado para Biogás y soplador)	\$157,955.88	\$157,955.88
Puesta en marcha	\$5,882.35	\$5,882.35
	<b>Subtotal</b>	<b>\$293,132.00</b>
IVA	13%	\$ 38,107.16
Flete Marítimo + seguro	\$1,920.00	\$1,920.00
	<b>TOTAL</b>	<b>\$333,159.16</b>

Fuente: Novatio, Colombia.<sup>47</sup>

Los beneficios estipulados en dicha implementación son los siguientes:

- ✓ Como ya se mencionó, con el diseño teórico se generaría un aproximado de \$6,000.00/mes de energía eléctrica, siendo la temporada de recolección y procesamiento de café 4 meses de actividad, se agregarían a esos meses, dos más de aprovechamiento de los desechos hasta su punto óptimo, siendo un total de 6 meses lo que mensualmente se generaría el dato energético calculado. Posterior a eso los desechos no generarían biogás. Actualmente la empresa paga un promedio de \$50,000.00 de energía eléctrica al año, el cual podría reducirse utilizando la energía generada por el biodigestor en los procesos productivos de la planta de Beneficiado, en las Guardiolas de secado y en el proceso de Trilla, los cuales son los que más energía eléctrica consumen en la empresa. Igualmente, los costos empeñados en el tratamiento de aguas mieles se eliminaría, debido a que se concentrarían en el proceso de biodigestión propuesto, lo que llevaría a un estimado de ahorros anuales de:

<sup>47</sup> En anexo 3 se plantea la cotización y detalle general de dicho presupuesto.

Tabla 42.

Ahorros monetarios que conllevaría la implementación del sistema de biodigestión propuesto.

CONCEPTO	AHORRO MONETARIO ANUAL
<b>Consumo de energía eléctrica</b>	<b>\$36,000.00</b>
<b>Tratamiento de las aguas</b>	
<b>Insumos</b>	
Cal hidratada	<b>\$1,000.00</b>
<b>Energía en maquinaria</b>	
Motores y controles superiores	<b>\$6,000.00</b>
<b>Productos enzimáticos</b>	
Limpiadores y productos químicos	<b>\$600</b>
<b>TOTAL, ANUAL</b>	<b>\$43,600.00</b>

Fuente: Beneficio Las Tres Puertas.

- ✓ La biodigestión permite reducir el potencial contaminante de los residuos orgánicos del proceso de beneficiado, disminuyendo la Demanda Química de Oxígeno DQO y la Demanda Biológica de Oxígeno DBO hasta en un 90%<sup>48</sup>.
- ✓ Evita emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) debida a disposición final de residuos orgánicos, quema de combustibles fósiles y uso de fertilizantes químicos.
- ✓ Se disminuyen los riesgos por restricciones debidas a emisiones, como el IMPUESTO AL CARBONO, por ejemplo, la empresa podrá reducir su pago del impuesto al carbono por sustitución del consumo de combustibles fósiles por biogás y/o por la generación de créditos de carbono con su biodigestor.
- ✓ 1 metro cúbico (m3) de biogás generado en dicho biodigestor equivale aproximadamente a:
  - 0.75 L de gasolina

<sup>48</sup> Dependiendo de los parámetros de diseño y de operación.

- 2 kg de leña
  - 0,8 kg de carbón
  - 10 Kw de energía eléctrica
  - 0,6 m3 de gas natural
- ✓ Eliminación del pago de multas al gobierno por el mejor control sobre los olores y efectos contaminantes a las colonias, centros educativos y personas de la zona.
  - ✓ Los desechos orgánicos extraídos pueden generar mayores rendimientos de lombricomposteo en menor tiempo. Asimismo, también pueden ser procesados en algún sistema para la creación de abono orgánico.
  - ✓ Uso efectivo de las estructuras civiles que estaban destinadas al resguardo de pulpa y aguas mieles, las cuales ahora se mantienen aisladas en la laguna de biodigestión.
  - ✓ Imagen empresarial ecológica. Los negocios ecológicos gozan de la simpatía del público y tienen una imagen positiva en la mente de los consumidores.

## 5.6 RESUMEN DE LA PROPUESTA.

Tabla 43.

Presupuesto general de la propuesta y ahorro estimado total para el Beneficio.

N°	Descripción	Presupuesto	Ahorros
1.-	Establecimiento de un sistema de beneficiado ecológico húmedo que permita la reducción del consumo de agua dentro del proceso.	<b>\$148,224.36</b>	<b>\$81,745.87</b>
2.-	Control de contaminación de las aguas mieles y desechos de pulpa del café a través de la obtención de gas por medio de un biodigestor.	<b>\$333,159.16</b>	<b>\$43,600.00</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>\$481,383.52</b>	<b>\$125,345.87</b>

A grandes rasgos, la inversión podría verse recuperada en un promedio de 3.84 años, en base a los ahorros monetarios que la implementación de la propuesta general conlleva. Además, el resumen de todos los beneficios que reducen el impacto ambiental son los siguientes:

- Reducción del 80% del uso de agua para el proceso, ocasionando que, de **2,904,000 kg** que actualmente se generan de aguas mieles, se produzca un 78% de desechos menos, generando únicamente **580,800.00 kg**.
- Aprovechamiento de las vertientes naturales de agua para el consumo humano y consumo animal.
- Control eficiente sobre el total de desechos generados a través del biodigestor, el cual evitaría la creación, propagación y reproducción de microorganismos contaminantes, malos olores y vectores de enfermedades que pueden afectar a las poblaciones aledañas y trabajadores en general.

- Se elimina el riesgo de la contaminación de ríos y medio ambiente, a través del uso del biodigestor, ya que los desechos se aíslan totalmente posterior al proceso de beneficiado húmedo.
- La biodigestión permite reducir el potencial contaminante de los residuos orgánicos del proceso de beneficiado, disminuyendo la Demanda Química de Oxígeno DQO y la Demanda Biológica de Oxígeno DBO hasta en un 90%<sup>49</sup>.
- Evita emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) debida a disposición final de residuos orgánicos, quema de combustibles fósiles y uso de fertilizantes químicos.
- Los desechos orgánicos extraídos pueden generar mayores rendimientos de lombricomposteo en menor tiempo. Asimismo, también pueden ser procesados en algún sistema para la creación de abono orgánico.

El resumen de beneficios para la empresa es el siguiente:

- Generación de un aproximado de 2781.73 m<sup>3</sup> de gas por biodigestión, que teóricamente llegaría a producir **100 kWh de energía eléctrica** durante periodos de 12 horas cada día, generando aproximadamente **40,000 kWh al mes**. Así, considerando la tarifa industrial promedio aplicada a la empresa, se contaría con un valor monetario generado de aproximadamente **\$6000.00** que sería de provecho para Las Tres Puertas.
- Los defectos de café se reducen de 3% al 2% aproximado, esto generando más beneficios para los clientes y una mejor imagen productiva para la empresa.
- Uso efectivo de las estructuras civiles que estaban destinadas al resguardo de pulpa y aguas mieles, las cuales ahora se mantienen aisladas en la laguna de biodigestión.
- Eliminación del pago de multas al gobierno por la contaminación de los ríos y medio ambiente.
- Se disminuyen los riesgos por restricciones debidas a emisiones, como el IMPUESTO AL CARBONO, por ejemplo, la empresa podrá reducir su pago del impuesto al carbono por sustitución del consumo de combustibles fósiles por biogás y/o por la generación de créditos de carbono con su biodigestor.
- Los consumidores valoran más a aquellas empresas comprometidas con el cuidado medioambiental. Los productos ecológicos se suelen asociar a otros conceptos, como el

---

<sup>49</sup> Dependiendo de los parámetros de diseño y de operación.

de “saludable” o el de “calidad”. Esto provoca que la imagen ecológica sea más reconocida y valorada que sus competidores. A mediano – largo plazo las empresas que realizan estas prácticas son más económicas y ambientalmente sostenibles que las empresas no ecológicas. Las empresas verdes se caracterizan por buscar procesos de producción, transporte y venta, que disminuyan tanto las emisiones contaminantes como el consumo de recursos y energías, lo que se traduce en un importante ahorro económico. Los negocios ecológicos gozan de la simpatía del público y tienen una imagen positiva en la mente de los consumidores.

### 5.6.1 Evaluación económica.

La tasa a emplearse para actualizar los flujos será aquella tasa de rendimiento mínima esperada por el inversionista por debajo de la cual considera que no conviene invertir. Cuando una persona o un grupo de personas invierten en un Proyecto lo hacen con la expectativa de lograr un rendimiento aceptable. La Rentabilidad esperada será favorable si es superior a la tasa de referencia, ya que ningún miembro de la sociedad pretenderá ganar por debajo de esta tasa, que puede ser la tasa de oportunidad del mercado concebida ésta como el mayor rendimiento que se puede obtener si se invirtiera el dinero en otro proyecto de riesgo similar disponible en este momento.

Para seleccionar la tasa adecuada no existe un criterio común, algunos autores proponen el empleo de la tasa de interés bancaria sobre préstamos a largo plazo, el índice de inflación más una prima de riesgo, el costo ponderado de capital, etc. Si la tasa seleccionada es muy alta, entonces puede que se rechace este proyecto aun cuando pueda tener buenos retornos, por otro lado, una tasa que sea muy baja puede dar lugar a aceptar el proyecto que en los hechos conduzcan a pérdidas económicas.

La **TMAR**, se obtiene con la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} \text{TMAR} &= (\text{Porcentaje de Capital Propio} \times \text{la tasa de interés anual de un Depósito Plazo Fijo}) \\ &+ (\text{Porcentaje de Préstamo} \times \text{la tasa anual de préstamo bancario a largo plazo}). \\ \text{TMAR} &= (0.40 \times 0.027^{50}) + (0.60 \times 0.11) = 0.0777 = \mathbf{7.77\%} \end{aligned}$$

---

<sup>50</sup> Fuente: Banco Agrícola.

Entonces, la Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR) es del 7.77 %, que resulta de ponderar cada fuente de Financiamiento, conocido también como el costo de capital promedio ponderado.

A partir de ahí se puede calcular el VPN que se aplica a la Propuesta general de inversión:

Conocido también como el **VALOR PRESENTE NETO** y se define como la sumatoria de los Flujos netos de caja anuales actualizados menos la Inversión inicial. Con este indicador de Evaluación se conoce el valor del dinero actual (hoy) que recibirá la Propuesta planteada en el futuro, a una tasa de interés y un periodo de análisis, a fin de comparar este valor con la Inversión inicial.

Siendo el valor del maquilado de café uva a oro de \$50.00, y estimando un periodo de tiempo máximo de recuperación de 10 años según los...

Por lo que el valor presente neto de la inversión es:

$$VAN = -I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{(1+t)^i}$$

Donde:

IO: Inversión Inicial

Fi: Flujo neto anual; Si  $VAN > 0 \implies$  ACEPTAR PROYECTO

t: Tasa Mínima Atractiva de Rendimiento (TMAR) o Tasa de Actualización.

n: años en análisis del Proyecto.

$$VAN = -\$481,383.52 + \frac{\$72,000.00}{(1+0.077)^1} + \frac{\$72,000.00}{(1+0.077)^2} \dots$$

$$+ \frac{\$72,000.00}{(1+0.077)^{10}}$$

$$VAN = \$8,348.56$$

<b>QQ ORO PROM ANUAL</b>	<b>Por cada QQ a inversión</b>	<b>% respecto a precio de maquilado 1 QQ oro<sup>51</sup></b>
40,000.00	\$1.80	4%

El Valor Actual Neto que se obtiene, resulta ser \$8,348.56; lo que significa que el proyecto puede ser aceptado desde esta perspectiva.

### **5.6.2 Influencia en el impacto ambiental.**

La reducción del impacto ambiental en los diferentes aspectos analizados, en los cuales se refleja la implementación del sistema de Beneficiado ecológico y Biodigestor son:

*Tabla 44.*

Tabla de impacto ambiental

<b>Descripción</b>	<b>Reducción del impacto ambiental</b>
<i>Consumo de Agua</i>	<i>80 % el consumo de agua por temporada</i>
<i>Malos olores</i>	<i>95% por control de Biodigestión</i>
<i>Energía eléctrica</i>	<i>9.5 % el consumo de energía por temporada</i>
<i>Contaminación del manto acuífero</i>	<i>78 % el consumo de agua por temporada</i>

La propuesta aplicada en sus dos fases, permitirá tener una reducción promedio del **65%** del impacto ambiental que actualmente se genera por parte del Beneficio. Siendo un porcentaje

<sup>51</sup> Precio de maquilado del café uva a oro actual = \$50.00

bastante aceptable, y del cual se generarían muchísimas ventajas, tanto económicas como sociales para la empresa.

Por tanto, se enfatiza finalmente en que la institución debe tomar la decisión de ejecutar dicha propuesta y ejecutarla en las dos fases descritas en conjunto, a fin de obtener dicho porcentaje de reducción.

## CONCLUSIÓN

En la búsqueda de soluciones y mejoras de procesos industriales para solventar el problema sobre el cual se desarrolló dicha investigación, se analizaron detenidamente sus factores y efectos, (la mayoría difícilmente apreciables a simple vista), para poder entender la magnitud de dicho problema y poder tomar las mejores decisiones.

La participación de los diferentes agentes involucrados en el proyecto, durante las etapas de recolección de información mediante fuentes primarias, fue de suma importancia para conocer la situación actual de la empresa seleccionada, llevando a cabo un análisis integral, en el cual se delimitó la problemática actual y se orientó el estudio hacia la búsqueda de las mejores propuestas.

El método tradicional de procesamiento de café en Las Tres Puertas, incluye la utilización de 0.28 m<sup>3</sup> de agua como uno de los principales recursos que participan en el proceso. La transformación del café haciendo uso de este método, conlleva una considerable cantidad de consecuencias que generan un grave impacto ambiental si no se tienen las condiciones adecuadas para evitarlo. Un aspecto importante del beneficiado tradicional es la limitante de no reutilizar el agua y desechar las aguas residuales generadas dañando al medio ambiente.

Los desechos generados del proceso están catalogados como de gran nivel de contaminación. La pulpa y aguas mieles producen deterioro de las fuentes de agua, malos olores al ambiente y condiciones favorables para el desarrollo de plagas/vectores de enfermedades (moscas, mosquitos). Este problema está presente aun en muchos países. En una gran parte de ellos ya existen leyes que regulan este tipo de contaminantes y entidades que realizan avances tecnológicos para poder erradicar/reducir la generación de desechos u obtener un mejor aprovechamiento de los mismos.

La implementación de un sistema ecológico de beneficiado húmedo, representa la mejor opción para la reducción del uso del agua. Un 80 % del consumo de agua por temporada podría reducirse al desarrollar dicho sistema ecológico. Esto presenta ventajas a futuro, tanto ambientales como económicas, el cuidado del recurso natural del agua es un tema de gran debate en todo el mundo por ser un recurso limitado, y es por eso, que prever la posible escasez de este recurso puede ser estratégico para la empresa.

Estos sistemas ecológicos disminuyen los costos de operación e incrementan las posibilidades de negociación, pero a su vez, influyen poco en la acumulan de los desechos

restantes (pulpa y mucilago) que surgen siempre en la aplicación de la nueva maquinaria. Por lo tanto, la solución óptima que engloba a este estudio es la aplicación en conjunto de las dos propuestas detalladas. En aspectos tecnológicos y ambientales es viable la implementación de un Biodigestor para el aprovechamiento de la pulpa generada en el beneficiado ecológico.

Después de haber desarrollado las etapas de la implementación del Biodigestor de Laguna para la generación de energía eléctrica y gas metano, puede concluirse que existe una excelente oportunidad para disminuir los costos energéticos o poder generar ingresos adicionales. Un aproximado de 9.5 % del consumo de energía por temporada podría reducirse en los procesos de maquilado que la empresa realiza, generando menos impacto en la utilización del recurso energético de la zona.

El único subproducto que la empresa utiliza como combustible para la generación de calor, es la cascarilla, la cual es para las máquinas de secado.

La utilización eficiente de los subproductos del proceso de beneficiado de café, generaría una reducción en la contaminación producida por la acumulación de dichos subproductos, los cuales se mantienen al aire libre y afectan a las poblaciones cercanas.

Los malos olores y contaminación del manto acuífero se reducirían en un 95% por control de Biodigestión y 78 % por reducción de las aguas mieles por temporada respectivamente. Las alternativas que fueron evaluadas en la etapa de diagnóstico permitieron tener una mejor visualización sobre las diferentes condiciones en que debe permanecer la materia prima (pulpa de café y aguas mieles) para poder utilizarse como fuente de energía en el Biodigestor propuesto.

El total de equipo y maquinaria que contempla esta propuesta marca la diferencia de los demás procesos de beneficiado húmedo de café. Debido al nivel tecnológico planteado, se estima, que en un corto plazo se generarían ahorros monetarios de gran beneficio para la empresa.

## RECOMENDACIONES

Pocos procesos reciben tanta atención respecto a su relación con el medio ambiente como el beneficiado húmedo de café. El impacto ambiental de los procesos de industrialización y distribución del producto final son desafortunadamente, de los peores dentro del ámbito agroindustrial de El Salvador. Lastimosamente, son pocas las empresas en las cuales se han observado iniciativas por erradicar o cambiar las prácticas que más afectan al medio ambiente, a través de diferentes metodologías.

La industria salvadoreña que está presente en este tipo de procesos seguramente demostrará su liderazgo en estos temas, cuando logre acordar y socializar una metodología en la cual predomine la afinidad ecológica sobre los beneficios netamente empresariales.

El Beneficio Las Tres Puertas tiene un manejo de los residuos bastante eficiente, pero la generación actual en sus procesos es inmensa y con grandes probabilidades de desequilibrio en el medio ambiente. Se recomienda urgentemente el cambio al sistema ecológico propuesto en este trabajo y se enfatiza en comprar la maquinaria nueva del proveedor sugerido, con todas las coordinaciones y acuerdos pertinentes con la empresa especialista.

La práctica propuesta de generación de energía a partir de estos residuos se ha implementado en muchas partes del mundo. Entre los beneficios ecológicos y sociales obtenidos con esta práctica industrial, incluye la prevención de la deforestación de árboles autóctonos y la mejora en la calidad de vida de las familias, que sustituyen los gases artificiales y contaminantes por biogás natural.

El aprovechamiento de los subproductos del Beneficio representará un ingreso adicional para la empresa, con los cuales se pueden amortizar los costos de producción e incrementar utilidades, en el capítulo V, se detallaron las cantidades obtenidas de estos subproductos generados actualmente.

Se recomienda evaluar otras tecnologías de aprovechamiento de biomasa para obtener otros tipos de energía. La fermentación para la producción de biocombustibles que puedan ser comercializables o de uso interno para el Beneficio, también analizar tecnologías y prácticas actuales para la producción de químicos a partir de los residuos del procesamiento del café oro, ya que, aproximadamente el 70% del grano no es aprovechado en los procedimientos de beneficiado.

Además, como parte de la ética empresarial, se recomienda crear campañas ecoambientales en las zonas aledañas a la empresa, tales como, siembra de árboles que absorban los malos olores, reutilización de la carga orgánica como abono para cultivos, distribución del agua vertiente a precios accesibles para la sociedad y biogás generado por el Biodigestor.

La relación del café con el medio ambiente es compleja, por lo cual se debe tener en cuenta no sólo lo que ocurre a nivel del cultivo, sino los procesos de transporte, procesamiento industrial y distribución. Asimismo, nunca aislar del análisis los elementos asociados entre el medio ambiente y la finalidad económica del cultivo. Los empresarios y caficultores prefieren el ahorro económico sobre la inversión de proyectos ecológicos. Esa mentalidad está presente en el medio productivo actual y es el causante en muchas veces de generar efectos no deseados e impacto ambiental negativo sobre los ecosistemas de centenares de regiones en el mundo.

Esta búsqueda de analizar y conocer científicamente el impacto del procesamiento del grano uva/oro café en la naturaleza, seguramente adquirirá cada vez más importancia y reconocimiento a nivel nacional e influenciará los patrones de consumo, las practicas industriales y otros productos en el mundo.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACAFESAL. (27 de mayo de 2019). Situación Actual del Café Salvadoreño. (L. P. Gráfica, Entrevistador)
- Asociación Nacional del café. (01 de JUNIO de 2019). *ANACAFÉ*. Obtenido de <https://www.anacafe.org/>
- Café, C. S. (2019). *Estadísticas cafetaleras al 30 de Junio del 2019*. San Salvador: Consejo Salvadoreño del Café.
- CENICAFE. (2010). Subproductos del café: Fuentes renovables de energía. *Avances Técnicos*.
- CENICAFE. (2017). subproductos del café: Pulpa y energia. *Avances tecnicos*, 1-10.
- CENICAFE. (2018). ENSILAJE DE PULPA PARA ALIMENTO DE GANADO.
- CentralAmericaData. (29 de mayo de 2019). *CentralAmericaData.com*. Obtenido de [https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Caf\\_en\\_Centroamrica\\_Distintas\\_realidades](https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Caf_en_Centroamrica_Distintas_realidades)
- Consejo Salvadoreño del Café. (01 de JUNIO de 2019). *Consejo Salvadoreño del Café*. Obtenido de <http://www.csc.gob.sv/>
- fronteras, I. s. (2016). *Tecnologías apropiadas para la caficultura*. Perú: Asociacion catalana de Ingenieria.
- FUNDESYRAM. (2019). Importancia del cultivo de café en El Salvador. *FUNDESYRAM 2019*.
- Granados, O. (14 de marzo de 2018). Un mundo loco por el café. *El Pais*.
- GUARDADO, M., & MARTÍNEZ, V. (2006). *PROPUESTA DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES EN BENEFICIOS DE CAFÉ*. San Salvdor, El Salvador: Universidad de El Salvador.
- Joaquín Víquez, V. (2012). Implementación de sistemas de Biodigestión en Ecoempresas. *SNV*, 4-69.
- Montalván, A., & Rayo, Z. (2015). *PRODUCCION DE BIOGAS A PARTIR DE LA PULPA DE CAFÉ CON PROTOTIPO DE GENERADOR ELECTRICO*. Nicaragua: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.
- [www.consejocafe.org.sv](http://www.consejocafe.org.sv).
  - <http://metodologadelainvestigacinsiis.blogspot.com/2011/10/tipos-de-investigacion-exploratoria.html>.

- [https://www.federaciondecafeteros.org/algrano-fnc-es/index.php/comments/glosario\\_cafetero\\_para\\_conocer\\_mas\\_sobre\\_el\\_cafe\\_de\\_colombia](https://www.federaciondecafeteros.org/algrano-fnc-es/index.php/comments/glosario_cafetero_para_conocer_mas_sobre_el_cafe_de_colombia)
- .
- <http://www.penagos.com/unidades-de-despulpe-y-clasificacion-udc/>.

# ANEXOS

## ANEXO 1: GUÍA BÁSICA DE ENTREVISTA LAS TRES PUERTAS

Fecha: 16 de marzo de 2019

Hora Inicio: 09:00am

Hora Final: 11:00am

### TEMAS DE AGENDA:

- GENERALIDADES
- HISTORIA DE LA EMPRESA
- SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA
- PROCESO DE BENEFICIADO
- MAQUINARIA UTILIZADA
- TRATAMIENTO DE DESECHOS

### PREGUNTAS:

1. Razón social y razón comercial de la empresa.

---

---

---

2. Historia de la empresa.

---

---

---

3. Estructura organizativa de la empresa.

---

---

---

4. Posicionamiento de la empresa en el mercado.

---

---

---

5. Cantidad en quintales de café que se procesan en el año.

---

---

---

6. Cantidad de quintales de café que se exportan al año.

---

---

---

7. Descripción del proceso de beneficiado/producción que se aplica.

---

---

---

8. Descripción de la maquinaria y cantidad de ellas que se utilizan en el proceso.

Despulpado del café:

---

---

Eliminación del mucilago:

---

---

Lavado del café:

---

---

Secado de café:

---

---

9. ¿Qué tratamiento se le da a la pulpa?

---

---

---

10. ¿Qué tratamiento se les da a las aguas mieles?

---

---

---

11. ¿Qué otras prácticas tienen para reducir el mal olor y otros posibles contaminantes?

---

---

---

12. ¿Han tenido reclamos por parte de los pobladores cercanos al beneficio?

---

---

---

---

---

13. ¿Han recibido observaciones por parte del Ministerio del Medio Ambiente y Recursos

Naturales en los informes que presentan anualmente?

SÍ\_\_\_\_ NO\_\_\_\_

---

---

---

---

14. ¿Cuáles son los planes de expansión y de mejora en los procesos que como empresa se tienen relacionados a reducir la cantidad de desechos dañinos para el medio ambiente?

---

---

---

**ANEXO 2: ENTREVISTA BÁSICA A BENEFICIOS DE FUENTE PRIMARIA:  
LAS CRUCES Y BALCANES COFFEE STATES**

Fechas:

30 de marzo de 2019 --- Beneficio Las Cruces

07 de junio de 2019--- Beneficio Balcanes Coffee States

Hora Inicio: 8:30 a.m. Hora Final: 10:30 a.m.

**TEMAS DE AGENDA:**

- PROCESO DE BENEFICIADO
- MAQUINARIA UTILIZADA
- TRATAMIENTO DE DESECHOS

**PREGUNTAS:**

1. De donde proviene el agua que se utiliza en el proceso y cuánta agua se utiliza.
2. Descripción del proceso húmedo de beneficiado que se aplica.
  - ✓ Despulpado del café:
  - ✓ Eliminación del mucilago:
  - ✓ Lavado del café:
  - ✓ Secado de café:
3. Descripción de la maquinaria y cantidad de ellas que se utilizan en el proceso.
  - Despulpado del café:
  - Eliminación del mucilago:
  - Lavado del café:
  - Secado de café:
4. ¿Qué tratamiento se le da a la pulpa?
5. ¿Qué tratamiento se les da a las aguas mieles?
6. ¿Qué otras prácticas tienen para reducir el mal olor y los lixiviados?

7. ¿Han tenido reclamos por parte de los pobladores cercanos al beneficio?

Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

**ANEXO 3: FICHAS TECNICAS DE LA MAQUINARIA PROPUESTA Y  
COTIZACIONES.**

# **UNIDAD DE DESPULPE Y CLASIFICACIÓN UDC 6 PLUS**



**CONTÁCTANOS**

[sales@penagos.com](mailto:sales@penagos.com)  
[www.penagos.com](http://www.penagos.com)

**ph penagos®**

Bucaramanga - Colombia

# FICHA TÉCNICA

## Unidad de despulpe y clasificación UDC 6 - Plus

Beneficio completo en un solo equipo para cafés diferenciados.

Las UDC, con cero consumo de agua, despulpan el café cereza maduro a través de nuestra patentada despulpadora vertical con pecheros inteligentes, y clasifica los cafés verdes con tecnología de separación que cuenta con un renovado sistema de cribas. Además posee una limpiadora que retira el exceso de pulpa presente en el café pergamino para sus posteriores procesos (fermentado o desmucilaginado según el objetivo del cliente).

- Conserva las condiciones naturales de la pulpa.
- Se adapta fácilmente a las condiciones cambiantes de su cosecha.
- Cero pérdidas de grano en pulpa.
- Pecheros con sistema exclusivo de elastómeros.

### Vista del equipo



### Características técnicas

MODELO	UDC-6 Plus
Capacidad	5000-6000 Lit Fruta / 3500 - 4000 kg
Potencia eléctrica Delva	7.5 HP
Potencia eléctrica Despulpadora	5 HP
Consumo de agua	1 Lit * 5 kg (café cereza)

# INSTALACIÓN

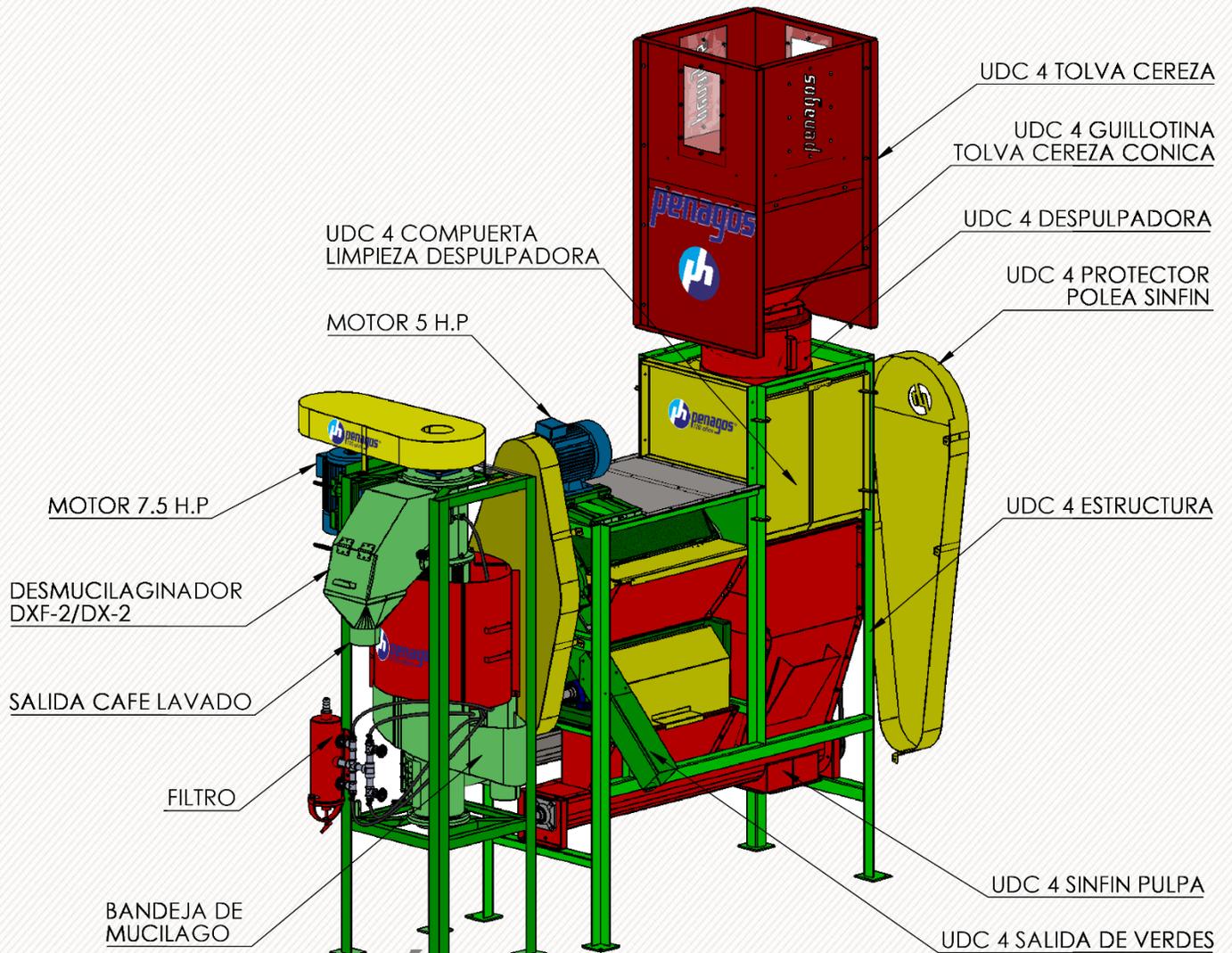
La UDC (Unidad Despulpe y Clasificación) fue diseñada para adaptarse a cualquier beneficio de café.

El área requerida para su instalación es de 8 m<sup>2</sup>. No se recomienda un diseño estándar de montaje, ya que la máquina se presta para ser instalada de acuerdo a la conveniencia y las finalidades que tenga el usuario en su beneficio. Al Elegir el sitio para ubicar la Despulpadora Clasificadora de Verdes "UDC" tenga en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Fácil acceso.
- Suministro de agua limpia cuyo nivel sea más alto por encima del nivel de la "UDC". Mínimo 4 metros, o una presión de agua mínimo de 15 psi
- Ventilación y visibilidad.
- Piso nivelado y estable.
- Protegido contra la exposición directa al sol o las lluvias.
- prever varios desagües, para evacuar el agua que se usa para lavar diariamente la unidad.
- En lo posible instale la máquina cerca del lugar donde se recibirá el café lavado.
- Ubique la máquina lo más cerca posible al sitio de disposición de la pulpa y el mucílago.
- Deje suficiente espacio alrededor del equipo para facilitar las labores de limpieza y mantenimiento.
- Ubique los paneles de control eléctrico muy cerca y con fácil acceso del operario.

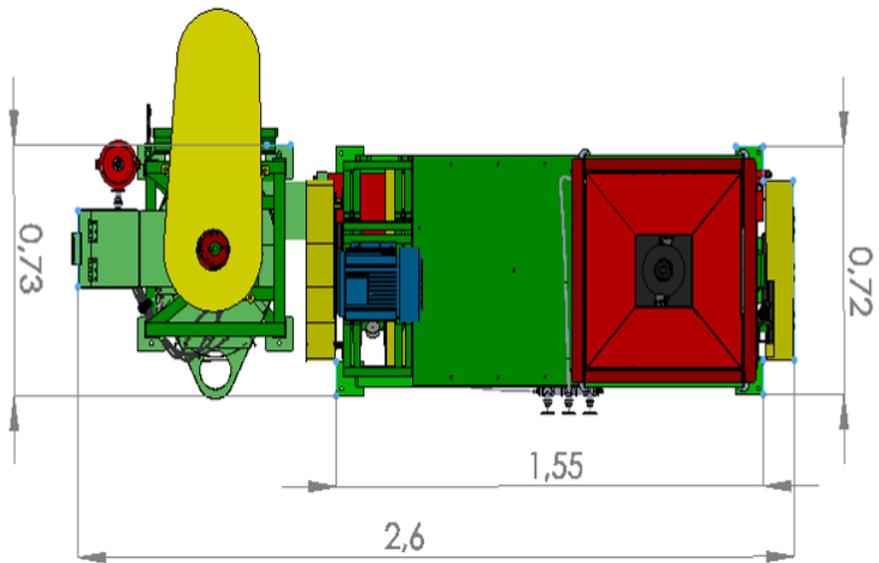
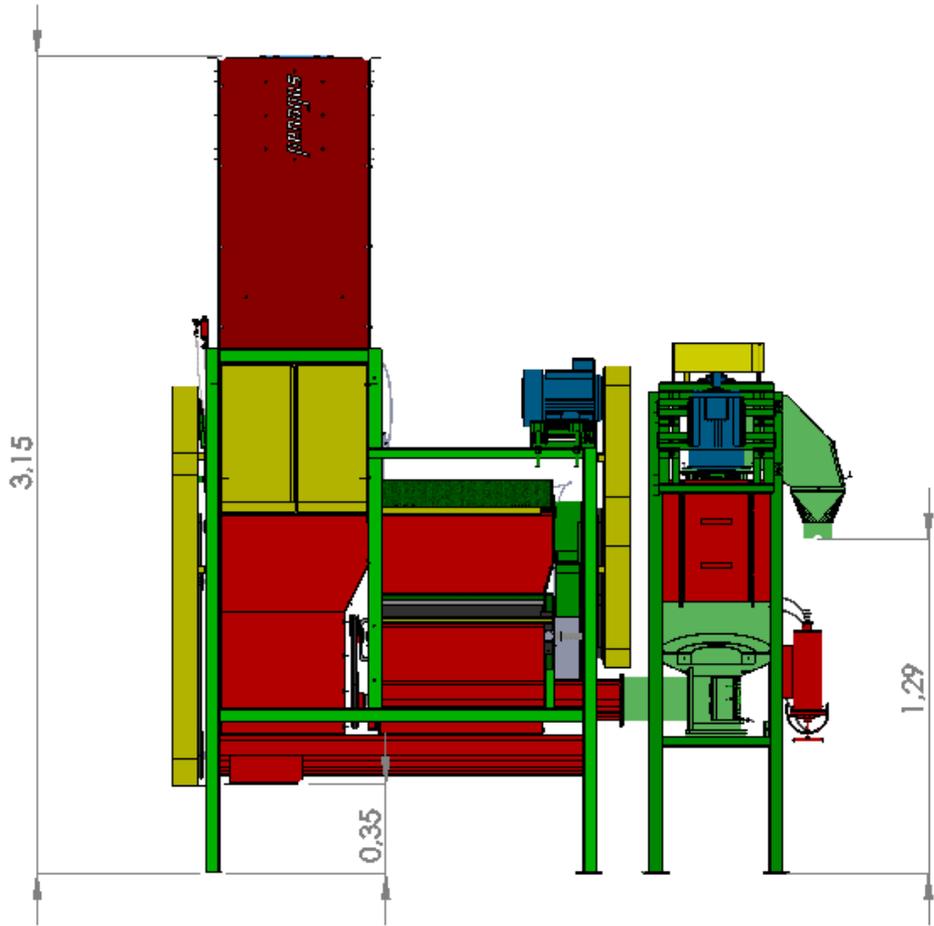
Ver gráficos anexos para identificación de partes, dimensiones y montajes en las páginas 13 y 14

# INSTALACIÓN



# INSTALACIÓN





# OPERACIÓN

*Antes de operar su equipo verifique:*

- *Los sentidos de giro en los motores eléctricos corresponden a los indicados en los equipos.*
- *El nivel de aceite en la despulpadora*
- *Que el agua esté conectada correctamente y que fluya normalmente.*
- *La tensión de bandas*
- *La lubricación de chumaceras y rodamientos*
- *Que las guardas y cobertores de protección estén ubicados en su sitio.*
- *Que los fusibles en la despulpadora estén en buen estado*

*El equipo se diseñó para despulpar, clasificar y desmucilaginar cafés mezclados hasta con un 50% de café verde, del mismo día de recolección, sin flotes y libre de elementos duros como trozos de madera, palos, puntillas, piedras, etc. Para esto se recomienda el uso de sistemas de preclasificación de fruta.*

## Funcionamiento

*El nuevo diseño incorpora un conjunto de equipos que en forma progresiva realizan la labor de despulpar, separar la pulpa, separar los granos verdes sin utilizar agua y desmucilaginar así como limpiar los granos maduros con solo 0,2 litros de agua por kilo de fruta procesada.*

*El proceso inicia con una primera etapa que es el despulpado del café cereza maduro en una renovada despulpadora cónica vertical con un sistema de pecheros cónicos helicoidales, que combinan una zona de trabajo rígida con otra elástica, que por su diseño despulpa y separa la pulpa de los granos maduros sin despulpar los granos verdes, luego en una segunda etapa en una criba de alta velocidad se separan por tamaño los granos verdes enteros de los maduros ya despulpados, aquí mismo los granos maduros que por su tamaño no se despulparon en la primera etapa, por efecto de la presión interna de la criba se despulpan, logrando así una eficiente y completa separación de los granos verdes y del despulpado de los maduros sin usar agua. En una tercera etapa todo el café maduro despulpado y la pulpa pasan a una maquina repasadora en donde se limpia el remanente de pulpas para finalmente entregar un café despulpado y limpio que dependiendo del modelo adquirido puede entregar el café procesadora un*



## FACTURA PROFORMA



N°:	EX-10.09.2019-GP-1-V1	Fecha:	10/10/2019	CÓDIGO: CO-FO-02 VERSIÓN: 02 FECHA: 13/02/2018
Empresa:	Beneficio Las tres Puertas J. Hill & CIA		ID:	
Dirección:			País:	El Salvador
Contacto:			Ciudad:	Santa Ana
Cargo:			Móvil:	
E-mail:			Teléfono:	<u>503 2487 4000</u>
Nombre del proyecto:	UDC-6 Plus Inox con motores trifásicos y Panel+Transportadores			

Ítem	Código	Cant	Referencia	Descripción	Valor Unitario (USD)	Valor total (USD)
1	40001000569	1	UDC-6MT PLUS INOX	Unidad de despulpe y clasificación Plus inox con motores eléctricos trifásicos - UDC-6MT PLUS INOX. Incluye panel Eléctrico, incluye juego de repuestos y de herramientas, una prensa camisa para el cambio de camisa	\$36.500,00	\$36.500,00
2		1		Sinfín Acero inoxidable + Elementos de transmisión + Escurreidor, Pulgadas (Diámetro) 6, 2,4 Metros, Motorreductor trifásico 220V - 1 HP - 60 Hz. Para escurrir el agua y llevar el café a la maquina	\$2.210,00	\$2.210,00
3		1		Sinfín Acero inoxidable + Elementos de transmisión, Pulgadas (Diámetro) 6, 2,4 Metros, Motorreductor trifásico 220V - 1 HP - 60 Hz. Para llevar la pulpa al transportador principal	\$1.750,00	\$1.750,00
4	40	2		Contactador eléctrico adicional. Puestos en el tablero de control y son para dar arranque a los transportadores	\$357,00	\$714,00
					<b>Subtotal EXW</b>	<b>\$41.174</b>

<p>Las obras civiles, eléctricas, hidráulicas y otras obras que se requieran, no se incluyen en la cotización, estarán a cargo del cliente.</p> <p>En caso de aceptar los términos para la instalación del proyecto in situ, se facturará individualmente.</p> <p>El valor cotizado de los fletes puede variar al momento del despacho.</p>		
	Subtotal	<b>\$41.174</b>
	IVA 19%	<b>\$0</b>
	IVA 5%	<b>\$0</b>
	Gastos de Despacho	<b>\$760</b>
	Flete Marítimo	<b>\$1.420</b>
	Seguro	<b>\$370</b>
Total, CIF	<b>\$43.724</b>	

**Condiciones Comerciales**

Forma de pago:	50% contra orden y 50% antes de despacho	Vigencia de la oferta:	30 días
Tiempo de entrega en fábrica:	45 días	Garantía:	1 año
Condiciones de Flete:	CIF San Salvador	Destino:	El Salvador
Observaciones:	<p>Los sinfines transportadores incluidos en esta proforma pueden cambiar de longitud y diámetro, dependiendo de la disposición del equipo en el beneficio, lo cual llevara a cambiar el valor de los mismos.</p> <p>El comprador será responsable de realizar la gestión de importación, pagar los valores que se generen en país de destino por concepto de aduanas e impuestos, y además deberá transportar el equipo hasta su lugar de instalación</p>		

Enviado Sin Firma Por E-mail	Responsable:	Guillermo Pérez
	Email:	gperez@penagos.com
	Cargo:	Representante Comercial
	Móvil:	(+57) 3173735068

**Penagos Hermanos y Compañía S.A.S.**  
 Calle 28 # 20-80 Bucaramanga - Colombia Tel (57) (7) 6469999 - Fax (57) (7) 6302795 e-mail: sales@penagos.com - Web site: www.penagos.com

Atn: **Ing. Wilfredo Herrera**  
Gerente – Beneficio Las Tres Puertas J. Hill & Cia.  
Santa Ana, El Salvador.

***Objeto: Propuesta comercial para la supervisión de construcción, carpado de laguna y puesta en marcha de una planta de biogás de 11.000 m3, para la planta de Beneficio de café J. Hill & Cia en Santa Ana, El Salvador.***

Estimado Ing. Wilfredo,

De acuerdo a nuestras últimas conversaciones, nos permitimos enviar a continuación la propuesta solicitada:

Alcance:

- Ingeniería del proyecto y realización de planos de construcción.
- Suministro e instalación de geotextil y geomembrana HDPE 60 mils para cubrir el biodigestor.
- Suministro e instalación de:
  - o bomba de lodos para agitación, recirculación y purga.
  - o tanque de lodos.
  - o 1 filtro químico de biogás para la remoción de H<sub>2</sub>S.
  - o secador de biogás.
  - o soplador de biogás.
  - o soplador de aire.
  - o tea de biogás.
- Puesta en marcha de la planta.
- Carga nominal del biodigestor, incluyendo biocatalizador.
- Entrega de Manual de operación y mantenimiento y realización de capacitación al personal.

No está incluido:

- Suministro de tubería, válvulas, y accesorios de tubería.
- Suministro de cables, accesorios eléctricos, apantallamiento eléctrico y puesta a tierra.
- Movimiento de tierra (incluyendo zanjas para impermeabilización e instalación de tubería).
- Obras civiles (losas y cajas de concreto, estructuras metálicas, andenes y accesos, etc).
- Tiquetes aéreos, hospedaje, alimentación y transporte local de nuestro personal.
- Todo lo que no esté explícitamente indicado en la presente oferta.



Propuesta económica: **DOSCIENTOS CUARENTA Y NUEVE MILLONES CUATROCIENTOS MIL PESOS MCTE (\$ 249.400.000) más IVA.**

Resumen del presupuesto:

ACTIVIDADES		COSTO	
Ítem 1	<i>Ingeniería y coordinación</i>	\$	21,241.18
Ítem 2	<i>Carpado de la laguna</i>	\$	108,052.94
Ítem 3	<i>Suministro de equipos para biogás</i>	\$	157,955.88
Ítem 4	<i>Puesta en marcha</i>	\$	5,882.35
<b>COSTO TOTAL NOVATIO (SIN IVA)</b>		<b>\$</b>	<b>293,132</b>

*Nota:* En caso de que las actividades de supervisión de obra realizadas por NOVATIO se prolonguen por causas no imputables a NOVATIO, estas serán cobradas de manera adicional a J. Hill & Cia., con base en la tarifa de Cent Vingt Cinq (USD\$125) por día adicional. Esta tarifa aplica para tiempos muertos y para reprogramación de actividades.

Forma de pago: A definir en el contrato

Vigencia de la presente propuesta: **20 días calendarios**

Quedamos atentos a cualquier inquietud o suministrar la información adicional que requiera.

**Quentin Bulcourt**

Gerente Técnico

NOVATIO S.A.S.

[www.novatio.com.co](http://www.novatio.com.co)

Tel: +57 318 472 18 62

Email: [gbulcourt@novatio.com.co](mailto:gbulcourt@novatio.com.co)



*Figura 66.* Preparación de laguna en pila de desechos. Fuente: Novatio, Colombia 2019.



*Figura 67.* Diseño de carpado de membrana de la laguna. Fuente: Novatio, Colombia 2019.



*Figura 68.* Diseño del sistema de biogás dentro del Biodigestor. Fuente: Novatio, Colombia 2019.



*Figura 69.* Diseño final del biodigestor de laguna carpada. Fuente: Novatio, Colombia 2019.

**ANEXO 4: ESTADISTICAS CAFETALERAS DE EL SALVADOR**




DR. TORIBIO DOMINGUEZ

Jefe de Estudios Económicos y  
Estadísticas Cafetaleras



**HISTORIAL PRODUCCION DE CAFÉ**

<b>AÑO CAFETERO</b>	<b>PRODUCCION* EN QQS ORO UVA</b>
1999/2000	3712,600.00
2000/2001	2406,098.00
2001/2002	2383,076.00
2002/2003	1963,400.00
2003/2004	1911,281.00
2004/2005	1858,020.00
2005/2006	1935,185.00

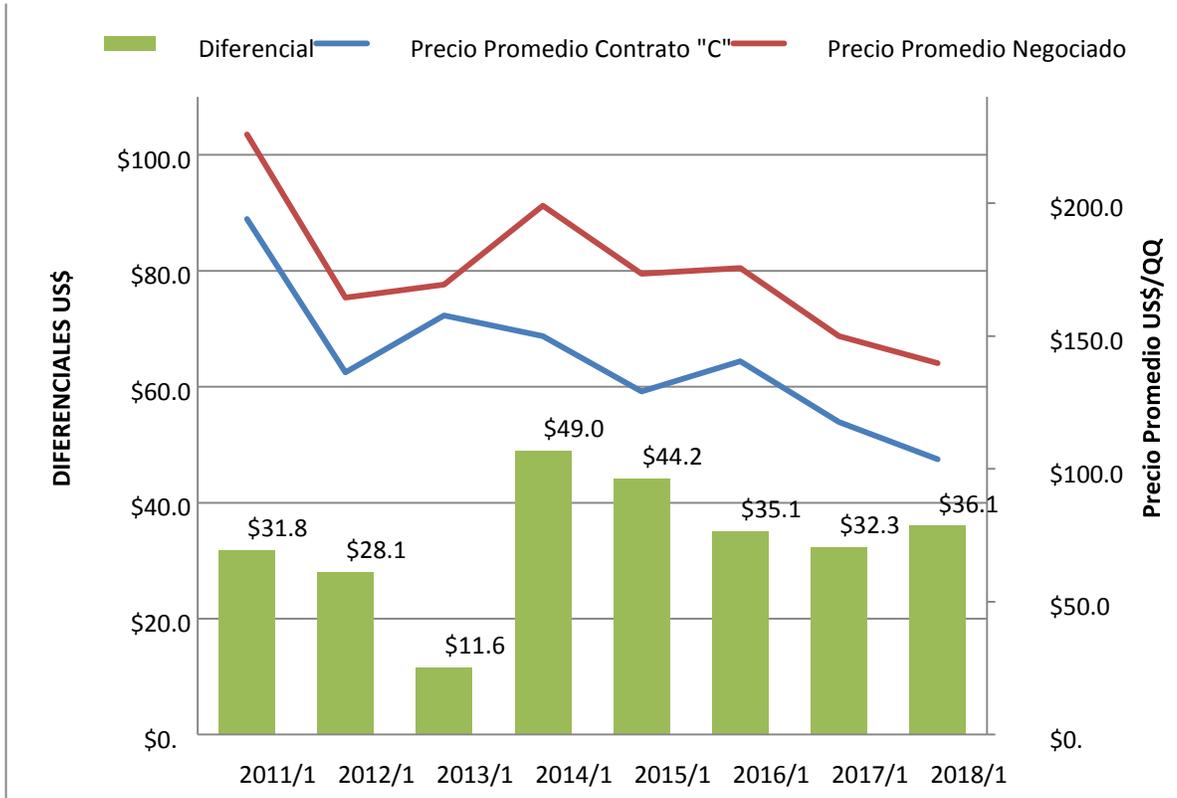
2006/2007	1740,025.00
2007/2008	2119,810.00
2008/2009	1985,625.00
2009/2010	1500,306.00
2010/2011	2614,000.00
2011/2012	1624,211.00
2012/2013	1730,000.00
2013/2014	700,025.00
2014/2015	925,160.00
2015/2016	784,740.00
2016/2017	845,600.00
2017/2018	905,425.00
2018/2019*	936,950.00

\* Datos preliminares al 30 de abril de 2019

### HISTORIAL DE PRECIOS "C" DEL CONTRATO SPOT

AÑO	Precio	Precio	Promedio	Precio	Precio
	Máximo	Mínimo	Anual	Negocio	Diferencia
	US\$/QQ	US\$/QQ	US\$/QQ	US\$/QQ	US\$/QQ
2011/12	\$250.80	\$149.20	\$194.02	\$225.86	\$31.84
2012/13	\$183.65	\$111.05	\$136.38	\$164.51	\$28.13
2013/14	\$212.45	\$101.50	\$157.71	\$169.32	\$11.61
2014/15	\$221.90	\$115.45	\$150.02	\$199.05	\$49.03
2015/16	\$156.80	\$111.60	\$129.20	\$173.40	\$44.20
2016/17	\$174.35	\$113.45	\$140.51	\$175.61	\$35.10
2017/18	\$132.20	\$95.85	\$117.65	\$149.97	\$32.32
2018/19*	\$122.55	\$93.85	\$103.67	\$139.77	\$36.10

Datos al de abril de



## ANEXO 5: LISTA PARA REPORTE DE OPERACIONES

Tabla 45.

Lista para reporte de operación en Beneficio Las Tres Puertas año 2017 (año promedio)

LISTA PARA REPORTE DE OPERACIÓN	
INFORMACION GENERAL	
MANO DE OBRA UTILIZADA	92 personas (47 permanentes 45 eventuales)
TIEMPO DE TRABAJO	septiembre 2016 a marzo 2017
DIAS HABLES LABORADOS	180 días
<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>	
<b>MATERIA PRIMA</b>	
CAFÉ UVA RECIBIDO	153893.20 qq/uva
CAFÉ PERGAMINO RECIBIDO	16388.67 qq
CAFÉ VERDE	10496.74 qq/verde fresco
ORO UVA GENERADO	30778.64 qq
ORO PERGAMINO GENERADO	13168.71 qq pergamino
ORO VERDE GENERADO	1749.4 qq
CONSUMO DE AGUA PARA PROCESO	10156.95 m3
<b>INSUMOS</b>	
CAL	4750 kg
PRODUCTO QUIMICO PARA CALDERA	40 gol. Ditreat, y 55 gal de soda
INSECTICIDA PARA CONTROL DE MOSCA	No aplica
LEÑA	No aplica
CASCARIA UTILIZADA COMO COMBUSTIBLE	15712.60 qq
PRODUCTO ENZIMATICOS	20 lts
ENERGIA ELECTRICA	facturas
OTROS	
<b>GENERACION DE RESIDUOS</b>	
VOLUMEN DE RESIDUOS SOLIDOS ORDINARIO	
VOLUMEN DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS	10156.95 m3
AREA DE DISPOSICION TEMPORAL DE RESIDUOS SOLIDOS ORDINARIOS	91 mts2
AREA DE DISPOSICION TEMPORAL DE PULPA	12.00 ancho 12.00 largo y 4.50 alto
AREA DE DISPOSICION TEMPORAL DE CASCARILLA	12.00 ancho, 36.00 largo y 4.50 alto
DESCRIPCION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
DIAMETRO DE CHIMENEAS DE CALDERAS	30 pulgadas
DIAMETRO DE EXTRACTOR DE HUMOS DE CALDERAS	No
RPM DEL EXTRACTOR	No
HORAS TRABAJADAS DE HORNO O CALDERAS	24 horas ( 05 de dic 2016 a 09 de febre. 2017)
INVENTARIO ACTUALIZADO DE BODEGA DE PRODUCTO QUIMICO	
MEDIDAS DE LA PILA DE RETORNO	24.75 mts3
CADA CUANTO SE REEMPLAZA EL AGUA DE DESPULPA	Todos los dias
<b>FACTIBILIDADES</b>	
RECOLECCION DE RESIDUOS SOLIDOS	
ENERGIA ELETRICA (KMH)	
DIAGRAMA DE FLUJO DE ACTUALIZADO	
<b>ANEXAR</b>	
ANALISIS DE GASES DE COMBUSTION	
RECIBO DE ENERGIA ELECTRICA	

Fuente: Dpto. Industrial, Beneficio Las Tres Puertas, noviembre 2019.

## ANEXO 6: GLOSARIO DE TÉRMINOS

### A

#### Aguas Mieles del Café

Aguas residuales provenientes del lavado del café contenido en las pilas de fermentación, estas aguas contienen mucílago y productos de degradación del éste., 18

### B

#### Beneficiado húmedo

Proceso en el cual se logra la transformación de café en cereza a café pergamino seco mediante la separación de las partes del fruto y secado de los granos, con el fin de conservar su calidad física, organoléptica y sanitaria., xvii

#### Beneficio de café

Complejo agroindustrial donde se procesa el fruto del cafeto para obtener el café - oro de exportación., xvi

#### Biodigestor

contenedor cerrado, hermético e impermeable (Llamado reactor). Dentro del cual se deposita materia orgánica como desechos vegetales o frutales, 181

### C

#### Café Arábica

Es la principal especie cultivada para la producción de café, y la de mayor antigüedad en agricultura, datándose su uso a finales del I milenio en la península arábica., 19

#### Café oro

Café que se obtiene al procesar el café-uva en los beneficios. Consiste en la semilla del fruto del cafeto seca a la cual se le ha eliminado el epicarpio, mesocarpio y endocarpio., xv

#### Café pergamino

Café resultante del proceso de Beneficiado humedo, el cual es propenso a convertirse en café oro de exportación., xvii

#### Café Robusta

Tiene aproximadamente el doble de cafeína que el Arábica. Es un tipo de variedad originaría de África Central que, al crecer en zonas secas, es poco digestivo, tiene un gusto final amargo, con mucho cuerpo y poco perfumado., 43

#### café uva

Fruto maduro del cafeto., 24

#### Canal de correteo

Canal con desnivel utilizado para lavar y clasificar café, construido de concreto a lo largo de los patios y en su extremo final tiene un depósito cubierto con una lámina de metal perforada que permite separar el agua del grano de café., 159

#### Criba

Cilindro metálico que sirve para separar por densidad y tamaño, el café de las impurezas que trae consigo., 125

## D

#### DBO

Demanda Bioquímica de Oxígeno. Es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, disuelta o en suspensión. Se utiliza para medir el grado de contaminación, normalmente se mide transcurridos cinco días de reacción (DBO5), y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO<sub>2</sub>/l)., 66

#### Despulpadora

Máquina que se encarga de separar la semilla de la materia carnosa que la envuelve., 123

## F

#### Fermentación del café

Momento cuando la fermentación del mucilago del grano ha llegado a un punto tal que permite su remoción fácilmente., 19

## G

### Guardiola

Máquina que realiza los procesos de Presecado y Secado en el Beneficio húmedo de café uva., 163

## M

### Mucílago

Es el mesocarpio del fruto del cafeto y consiste en una película que rodea la semilla del café antes de entrar al proceso de fermentación., 24

## P

### Presecado

Proceso que se encarga de reducir la humedad del grano de café desde su contenido inicial como fruto fresco (55%) hasta alrededor de 35%., 162

### Pulpa

Epicarpio del fruto del café que se separa en las despulpadoras., xvi

## S

### Sólidos suspendidos

Material que permanece en suspensión en el agua residual y se determina como la cantidad de material retenido después de realizada la filtración de una muestra., 114