



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS A PARTIR DE LOS RESIDUOS DEL CAFÉ,
OBTENIDOS DE LOS MÉTODOS TRADICIONALES Y NO TRADICIONALES, EN LA
COOPERATIVA AGRÍCOLA INTEGRAL ATITLÁN, EL PARAÍSO TZ'UTUJIL R.L.
(COATITLÁN), SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ, CON EL APOYO DE LA ASOCIACIÓN
NACIONAL DEL CAFÉ (ANACAFÉ)**

Elisa Hercilia Marroquín Cuque

Asesorado por M.Sc. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña

Guatemala, marzo de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS A PARTIR DE LOS RESIDUOS DEL CAFÉ,
OBTENIDOS DE LOS MÉTODOS TRADICIONALES Y NO TRADICIONALES, EN LA
COOPERATIVA AGRÍCOLA INTEGRAL ATITLÁN, EL PARAÍSO TZ'UTUJIL R.L.
(COATITLÁN), SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ, CON EL APOYO DE LA ASOCIACIÓN
NACIONAL DEL CAFÉ (ANACAFÉ)**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ELISA HERCILIA MARROQUÍN CUQUE

ASESORADO POR M.SC. INGA. NORMA ILEANA SARMIENTO ZECEÑA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES

GUATEMALA, MARZO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Mtra. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADORA	M.Sc. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADORA	PhD. Gricelda Lily Gutiérrez Álvarez
EXAMINADORA	MA. Evelyn Gabriela Tanchez Castellanos
SECRETARIO	Mtro. Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS A PARTIR DE LOS RESIDUOS DEL CAFÉ,
OBTENIDOS DE LOS MÉTODOS TRADICIONALES Y NO TRADICIONALES, EN LA
COOPERATIVA AGRÍCOLA INTEGRAL ATITLÁN, EL PARAÍSO TZ'UTUJIL R.L.
(COATITLÁN), SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ, CON EL APOYO DE LA ASOCIACIÓN
NACIONAL DEL CAFÉ (ANACAFÉ)**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 12 de octubre de 2018.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Elisa Marroquín Cuque', with a stylized flourish at the end.

Elisa Hercilia Marroquín Cuque

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 22 de julio de 2022.
REF.EPS.DOC.242.07.2022

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería, Usac

Estimado Ing. Argueta Hernández.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) de la estudiante universitaria de la Carrera de Ingeniería en Industrias Agropecuarias y Forestales, **Elisa Hercilia Marroquín Cuque**, Carné No. **201210898** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS A PARTIR DE LOS RESIDUOS DEL CAFÉ, OBTENIDOS DE LOS MÉTODOS TRADICIONALES Y NO TRADICIONALES, EN LA COOPERATIVA AGRÍCOLA INTEGRAL ATITLÁN, EL PARAISO TZ'UTUJIL T.L. (COATITLÁN), SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ, CON EL APOYO DE LA ASOCIACIÓN NACIONAL DEL CAFÉ, (ANACAFÉ).**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



NISZ/ra

Edificio de EPS, Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria, zona 12.
Teléfono directo: 2442-3509



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
SUBÁREA DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES



Ref. C.C.F.Y.A. 19-2022
Guatemala, 26 de mayo de 2022

M.Sc. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
Asesora EPS
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniera Sarmiento:

Por medio de la presente me dirijo a su persona para **AVALAR** el documento final de EPS de la estudiante Elisa Herculía Marroquín Cuque de la carrera de Ingeniería en Industrias Agropecuarias y Forestales quien se identifica con el registro académico 201210898 y CUI 2435214050116. El documento titulado "Desarrollo de nuevos productos a partir de los residuos del café, obtenidos de los métodos tradicionales y no tradicionales, en la Cooperativa Agrícola Integral Atitlán, El Paraíso aTz' Utujil R.L. (Coatitlán), Santiago Atitlán, Sololá, con el Apoyo de la Asociación Nacional del Café (ANACAFÉ)" tiene incorporada las observaciones que señalé. En tal sentido **RECOMIENDO** que continúe con el proceso que corresponda.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

PhD. Graciela Lily Gutiérrez Álvarez
Coordinadora Carrera
Ingeniería en Industrias Agropecuarias y Forestales
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
SUBÁREA DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES



Ref. C.F. A. 16-2022

Guatemala, 14 de julio de 2022.

M.Sc. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
Asesora EPS
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniera Sarmiento:

Por medio de la presente me dirijo a su persona para AVALAR el documento final de EPS de la estudiante Elisa Hercilia Marroquín Cuque de la carrera de Ingeniería en Industrias Agropecuarias y Forestales quien se identifica con el registro académico 201210898 y CUI 2435214050116. El documento titulado "Desarrollo de nuevos productos a partir de los residuos del café, obtenidos de los métodos tradicionales y no tradicionales, en la Cooperativa Agrícola Integral Atitlán, El Paraíso aTz' Utujil R.L. (Coatitlán), Santiago Atitlán, Sololá, con el Apoyo de la Asociación Nacional del Café (ANACAFÉ)" tiene incorporada las observaciones que señalé. En tal sentido RECOMIENDO que continúe con el proceso que corresponda.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

MA. Evelyn Gabriela Tanchez Castellanos
Docente

Ingeniería en Industrias Agropecuarias y Forestales
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

C.c. Archivo/
EGTC.

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 22 de julio de 2022.
REF.EPS.D.229.07.2022

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **“DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS A PARTIR DE LOS RESIDUOS DEL CAFÉ, OBTENIDOS DE LOS MÉTODOS TRADICIONALES Y NO TRADICIONALES, EN LA COOPERATIVA AGRÍCOLA INTEGRAL ATITLÁN, EL PARAISO TZ'UTUJIL T.L. (COATITLÁN), SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ, CON EL APOYO DE LA ASOCIACIÓN NACIONAL DEL CAFÉ, (ANACAFÉ).”** que fue desarrollado por la estudiante universitaria, **Elisa Hercilia Marroquín Cuque** quien fue debidamente asesorada y supervisada por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Director, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
“Id y Enseñad a Todos”


Ing. Oscar Argueta Hernandez
Director Unidad de EPS



ra



REF.REV.EMI.020.023

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS A PARTIR DE LOS RESIDUOS DEL CAFÉ, OBTENIDOS DE LOS MÉTODOS TRADICIONALES Y NO TRADICIONALES, EN LA COOPERATIVA AGRÍCOLA INTEGRAL ATITLÁN, EL PARAISO TZ'UTUJIL R.L. (COATITLÁN), SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ, CON EL APOYO DE LA ASOCIACIÓN NACIONAL DEL CAFÉ (ANACAFÉ)**, presentado por la estudiante universitaria **Elisa Hercilia Marroquín Cuque**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, marzo de 2023.
/mgp



ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LNG.DIRECTOR.018.EMI.2023

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS A PARTIR DE LOS RESIDUOS DEL CAFÉ, OBTENIDOS DE LOS MÉTODOS TRADICIONALES Y NO TRADICIONALES, EN LA COOPERATIVA AGRÍCOLA INTEGRAL ATITLÁN, EL PARAÍSO TZ'UTUJIL R.L. (COATITLÁN), SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ, CON EL APOYO DE LA ASOCIACIÓN NACIONAL DEL CAFÉ (ANACAFÉ)**, presentado por: **Elisa Hercilia Marroquín Cuque**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, enero de 2023.

Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, -Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS), Maestría en Sistemas Mención construcción y Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas, Licenciatura en Matemática, Licenciatura en Física. Centros: de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM), Guatemala, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, Centroamérica.



Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.104.2023

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS A PARTIR DE LOS RESIDUOS DEL CAFÉ, OBTENIDOS DE LOS MÉTODOS TRADICIONALES Y NO TRADICIONALES, EN LA COOPERATIVA AGRÍCOLA INTEGRAL ATITLÁN, EL PARAÍSO TZ'UTUJIL R.L. (COATILÁN), SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ, CON EL APOYO DE LA ASOCIACIÓN NACIONAL DEL CAFÉ (ANACAFÉ)**, presentado por: **Elisa Hercilia Marroquin Cuque**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, enero de 2023

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme sabiduría y amor para culminar mi carrera al ser la luz que guiará siempre mis decisiones y mi camino.
- Mis padres** David Marroquín y Ana Cuque, por su apoyo incondicional, paciencia, guía y el mejor ejemplo que puedo realizar todo con amor y disciplina alcanzando todo aquello anhele y sueño.
- Mis hermanas** Llanett y Marisol Marroquín, por ser mis mejores amigas, mi fuente de inspiración y mostrarme que con pasión, disciplina, responsabilidad y esfuerzo podemos hacer realidad nuestros sueños.
- Mi sobrino** Diego Álvarez, por ser la alegría de la familia y recordarme que la felicidad está en la simplicidad de la vida.
- Mi cuñado** Mynor Álvarez, por convertirse en mi hermano y ser ejemplo de fortaleza para afrontar los retos de la vida con actitud positiva.

Mis abuelos

Venancio Marroquín (†), Alfonsa Culajay, Jorge Cuque (†), y Olivia Tecún (†), por enseñarme el espíritu de trabajo y el servicio hacia los demás, en cualquier actividad que desempeñe.

Mis amigos

Karen Ávila, Keily Morales, Iris Corado, Celeste Ramírez, Evelyn Ramírez, Guillermo López, Lesly Portillo, Gladys Reyes y Mariangeles Valdez, por las experiencias y su apoyo incondicional en el proceso de estudio de la carrera. Así como los amigos de la Facultad de Ingeniería y Agronomía que impactaron de forma positiva en mi formación académica y personal.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad San Carlos
de Guatemala**

Por brindarme la oportunidad de aprender, desarrollarme y crecer como profesional. Darme experiencias enriquecedoras en mi formación y lecciones de vida personal. Para ser creadora de una Guatemala diferente y prospera a nivel industrial y medio ambiental.

Facultad de Agronomía

Por permitirme adquirir los conocimientos necesarios en el área agrícola y administrativa. Aprender y ser guiada por cada uno de los catedráticos de las diferentes áreas.

Facultad de Ingeniería

Por abrirme las puertas de la facultad con responsabilidad y disciplina, para adquirir conocimientos en el área lógica e industrial. Y a cada uno de los catedráticos por impartir su conocimiento y experiencia en el área que laboran.

**Escuela Nacional Central
de Agricultura**

Por ser una influencia positiva en el desarrollo de mi carrera y con su lema “Aprender haciendo”, adquirí conocimientos empresariales y técnicos, formándome una profesional integral y consciente de crear desarrollo y empleo en Guatemala.

**Asociación Nacional del Café
ANACAFÉ**

Por brindarme la oportunidad de adquirir conocimientos en la agroindustria del café y brindarme la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

**Cooperativa Agrícola
Integral Atitlán,
El Paraíso TZ'UTUJIL R.L.**

Por abrirme las puertas de la cooperativa, recibirme con respeto y apoyo para desempeñar mi EPS. Proporcionarme la experiencia de crear una propuesta para la innovación y el desarrollo del mercado cafetalero.

Mi asesora

Inga. Norma Sarmientos, por guiarme durante las diferentes etapas del desarrollo de mi EPS y proporcionarme el conocimiento adecuado y confianza para culminar el proceso.

PhD. Hugo Cardona

Por brindarme su apoyo durante la última fase de la carrera, al ser ejemplo para mi vida profesional de una persona íntegra y espíritu de servicio a su profesión y a los demás.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. GENERALIDADES DE LA COOPERATIVA AGRÍCOLA INTEGRAL ATITLÁN, EL PARAÍSO TZ'UTUJIL, COATITLÁN R.L.	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Visión.....	2
1.3. Misión	2
1.4. Estructura organizacional	2
1.5. Procesos tradicionales y no tradicionales desarrollados en la Cooperativa Coatlán R.L.....	6
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS A PARTIR DE RESIDUOS DEL PROCESO DEL CAFÉ.....	9
2.1. Diagnóstico de la situación actual	9
2.1.1. Diagnóstico por medio de las herramientas FODA e ISHIKAWA	9
2.1.2. Descripción del problema, análisis causa-efecto	20
2.2. Descripción del beneficio húmedo, maquinaria y equipo actual.....	25

2.3.	Descripción de los procesos actuales en Cooperativa Coatitlán R.L.	32
2.4.	Manejo actual de los residuos.....	44
2.5.	Diseño de productos	47
2.5.1.	Producto 1. Infusión de pulpa de café, obtenido del proceso no tradicional semi-lavado (<i>honey</i>)	48
2.5.1.1.	Formulación.....	50
2.5.1.2.	Evaluación sensorial	63
2.5.1.3.	Maquinaria y equipo	78
2.5.1.4.	Costos	81
2.5.1.5.	Producto final	84
2.5.2.	Producto 2. Infusión de pulpa a partir del proceso no tradicional semi-lavado (<i>honey</i>), con aumento de dulzura.....	85
2.5.2.1.	Formulación.....	85
2.5.2.2.	Evaluación sensorial	89
2.5.2.3.	Costos	97
2.5.2.4.	Maquinaria y equipo	99
2.5.2.5.	Producto final	100
2.5.3.	Producto 3. Portavasos, a partir del residuo de preparaciones de café.....	101
2.5.3.1.	Formulación.....	101
2.5.3.2.	Etapas del proceso.....	108
2.5.3.3.	Costos	111
2.5.3.4.	Maquinaria y equipo	113
2.5.3.5.	Producto final	113
2.5.4.	Producto 4. Jabón a base de café.....	114
2.5.4.1.	Formulación.....	114
2.5.4.2.	Descripción del proceso	116

	2.5.4.3.	Costos	119
	2.5.4.4.	Maquinaria y equipo	121
	2.5.4.5.	Producto final.....	121
2.6.		Infraestructura	122
2.7.		Costo total de la propuesta.....	124
3.		FASE DE INVESTIGACIÓN PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN BENEFICIO HÚMEDO.....	125
3.1.		Diagnóstico situacional sobre el consumo de agua	125
3.2.		Consumidores de agua.....	129
3.3.		Cuantificación del consumo de agua	132
3.4.		Costo del consumo de agua	135
3.5.		Plan de ahorro	135
3.6.		Costos de la propuesta.....	138
4.		FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN	141
4.1.		Diagnóstico de necesidades de capacitación	141
4.2.		Plan de capacitación	147
4.3.		Resultados de la capacitación	154
4.4.		Costo del plan anual.....	161
		CONCLUSIONES	163
		RECOMENDACIONES	167
		BIBLIOGRAFÍA	169

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de Coatitlán R.L.....	5
2.	Diagrama de Ishikawa 6M.....	24
3.	Despulpadores	26
4.	Cribas rotativas	26
5.	Desmucilagadora.....	27
6.	Báscula	28
7.	Tornillo sin fin	28
8.	Bomba centrífuga.....	29
9.	Tanque receptor semiseco	30
10.	Tanques de fermento	31
11.	Canal de correteo.....	31
12.	Patio de secado	32
13.	Diagrama de flujo del proceso de café lavado	38
14.	Diagrama de flujo del proceso de café semi-lavado o <i>honey</i>	41
15.	Diagrama de flujo del proceso de café natural	43
16.	Grados Brix de café cereza, variedad bourbon	51
17.	Frutos de café defectuosos por inadecuado manejo agronómico	52
18.	Muestras de pulpa del fruto de café	53
19.	Torres de deshidratación de pulpa de café	56
20.	Cambios de coloración de pulpa de café	57
21.	Proceso de obtención de pulpa fresca de café	58
22.	Diagrama de flujo de pulpa deshidratada de café	59

23.	Validación de metodología para infusión de pulpa de café deshidratada	67
24.	Muestra 1 de pulpa de café deshidratada de forma solar, desequilibrio en sus atributos. Ácido prominente.....	70
25.	Muestra 2 de pulpa de café deshidratada de forma solar, atributos equilibrados	71
26.	Muestra 3 de pulpa de café deshidratada de forma solar, desequilibrio en sus atributos. Dulzura y fragancia prominente.	71
27.	Muestra 4 de café deshidratado por medio mecánico, desequilibrio en sus atributos. Acidez prominente	72
28.	Muestra 5 pulpa de café deshidratada por medio mecánico, atributos equilibrados.	73
29.	Muestra 6 de café deshidratado por medio mecánico, desequilibrio en sus atributos. Dulzura y fragancia prominente	73
30.	Jueces no entrenados en prueba de aceptabilidad	76
31.	Ficha de análisis sensorial-prueba de aceptabilidad.....	77
32.	Refractómetro portátil 0-32 Grados Brix	78
33.	Despulpadora manual.....	79
34.	Pesa y balanza analítica	80
35.	Deshidratador solar.....	80
36.	Deshidratador mecánico	81
37.	Pulpa de café deshidratada a partir del proceso no tradicional honey, peso 220g	84
38.	Diagrama de flujo del proceso de pulpa de café para infusión, con aumento en la concentración de Grados Brix	86
39.	Muestra 1 pulpa de café por deshidratación solar, atributos equilibrados	93
40.	Muestra 2 pulpa de café deshidratada al sol, desequilibrio en sus atributos. Dulzura y acidez prominente.....	93

41.	Muestra 3 pulpa de café deshidratada al sol, desequilibrio en sus atributos. Dulzura y fragancia prominente.....	94
42.	Muestra 4 pulpa de café deshidratada medio mecánico, desequilibrio en sus atributo. Dulzura prominente	95
43.	Muestra 5 pulpa de café deshidratada medio mecánico, desequilibrio en sus atributos. Sabor prominente.....	96
44.	Muestra 6 pulpa de café deshidratada medio mecánico, desequilibrio en sus atributos. Fragancia y dulzura prominente.....	96
45.	Pulpa de café deshidratada con aumento de dulzura a partir del mucilago, 220 g.....	100
46.	Evaluación de tegumento y existencia de fibras	103
47.	Muestras de formulaciones para material biodegradable.....	108
48.	Diagrama de bloques, proceso de elaboración de portavasos.....	110
49.	Portavasos a base de residuos de café	114
50.	Elaboración de formulaciones de jabón orgánico de café.....	115
51.	Diagrama de flujo de elaboración de jabón artesanal de café.....	118
52.	Jabón orgánico de café.....	121
53.	Detalles del diseño de un secador solar para pulpa de café	123
54.	Diseño del secado solar	124
55.	Diagrama Ishikawa, falta de control en el uso del agua	128
56.	Diagrama de recirculación de agua en despulpado y lavado	130
57.	Equipo de para ahorro y control del consumo de agua.....	136
58.	Hidrolavadora industrial.....	137
59.	Cuestionario para el personal de beneficio húmedo	143
60.	Programa de capacitación BPA y BPM	151
61.	Plan de capacitación anual para el personal de Cooperativa Coatlán R.L. de enero a diciembre	154
62.	Capacitaciones en Cooperativa Coatlán R.L.....	155
63.	Evaluación de capacitación BPM	156

64.	Resultados de la evaluación BPA	157
65.	Material didáctico para la capacitación de BPA en beneficio húmedo Coatitlán R.L.	158
66.	Material didáctico para la capacitación de BPM, dirigido a cafería y tostaduría.....	159

TABLAS

I.	Análisis FODA.....	15
II.	Matriz de estrategias de minimización y maximización de análisis de estrategias FODA	19
III.	Residuos del proceso de café lavado	47
IV.	Características de parcela de café, Coatitlán R.L.	54
V.	Producción total de parcela de café, Coatitlán R.L.	55
VI.	Parámetros establecidos para té y hierbas de infusión RTCA.	60
VII.	Contaminación en pulpa de café por factores externos	61
VIII.	Resultados microbiológicos de pulpa de café	63
IX.	Métodos comparativos de infusión.....	66
X.	Escala de calificación final de las muestras.....	68
XI.	Formato de evaluación-análisis hacia el producto	69
XII.	Resultados de la evaluación sensorial hacia el producto.....	74
XIII.	Códigos de prueba de aceptabilidad.....	75
XIV.	Costos variables para producir 86 kilos de pulpa deshidratada de café.....	82
XV.	Costos fijos para la producción de 86 kilos de pulpa de café deshidratada	83
XVI.	Costos administrativos para producir 86 kilos de pulpa de café deshidratada	83

XVII.	Resultados microbiológicos de pulpa de café producto 2	89
XVIII.	Códigos de prueba de aceptabilidad	90
XIX.	Resultados de puntaje de evaluación sensorial	97
XX.	Costos variables para producir 52 kilos de pulpa deshidratada de café.....	98
XXI.	Costos fijos para la producción dde 52 kilos de producción de café deshidratado	98
XXII.	Costos administrativos para producir 52 kilos de pulpa de café deshidratada	99
XXIII.	Formulaciones de adhesivo	104
XXIV.	Formulaciones de material biodegradable	105
XXV.	Resultados del secado	106
XXVI.	Costos variables para la producción de 1000 unidades de portavasos.....	111
XXVII.	Costos fijos para la producción de 1000 unidades de portavasos	112
XXVIII.	Costos administrativos para la producción de 1000 unidades de portavasos.....	112
XXIX.	Formulaciones para desarrollo de jabón orgánico de café.....	116
XXX.	Costos variables para producir 100 jabones de café.....	119
XXXI.	Costos fijos para producir 100 jabones de café	120
XXXII.	Costos administrativos	120
XXXIII.	Cantidad de litros de agua reirculada consumidos en la etapa de despulpado.....	133
XXXIV.	Cantidad de litros de agua consumidos en la etapa de lavado de café.....	134
XXXV.	Plan de ahorro del consumo de agua.....	138
XXXVI.	Costo de la propuesta de control y consumo de agua	139
XXXVII.	Nivel académico del personal	144
XXXVIII.	Tiempo de laborar en el beneficio húmedo de Coatlán R.L.....	145

XXXIX.	Desempeño del trabajo en equipo	145
XL.	Temas de interés por parte del personal para ser capacitados	146
XLI.	Buenas prácticas agrícolas (BPA)	148
XLII.	Programación para el control de calidad en el beneficio húmedo Coatitlán R.L.	149
XLIII.	Buenas prácticas de manufactura (BPM)	149
XLIV.	Capacitación de trabajo en equipo.....	150
XLV.	Temas para el plan anual de capacitación	152
XLVI.	Costos del plan de capacitación anual.....	161

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
m	Centímetros
cm³	Centímetros cúbicos
°C	Grados centígrados
ha	Hectáreas
L	Libra
mz	Manzanas
m	Metro
m²	Metros cuadrados
mm	Milímetro
nm	Nanómetro
%	Porcentaje
qq	Quintales

GLOSARIO

Aditivo	Sustancia o ingrediente básico agregado en alimentos para mejorar o mantener sus características. Puede tener o no valor nutritivo y cuya adición al alimento puede ser en cualquiera de sus fases de producción según sea su proceso.
Almácigo	Sitio en que se siembran semillas para un crecimiento adecuado, con características que le permiten soportar mejor el estrés asociado al posterior trasplante en campo.
Café cereza	Es el estado de madurez que presenta los frutos de las plantas de café, puede ser de color rojo, corinto o amarillo, esto depende de su variedad.
Café pergamino	Es el resultado del grano de café después de la etapa de secado en un beneficio húmedo. El grano lo cubre una capa amarilla opaca llamada pergamino.
Café vano	Fruto de café formado por un grano completamente sano y uno enfermo, afectando el rendimiento y calidad.

Café verde	Es el fruto del café que aún no ha llegado a su estado de madurez óptimo, para ser recolectado en campo. Este producirá menor peso y problemas en cada una de las etapas de proceso.
Camagüe	Fruto del café que presenta un estado de madurez intermedio, no apto para su recolección.
Canal de correteo	Es un canal de flujo continuo que permite la clasificación del café recién lavado.
Cascabillo	Es el residuo generado después de la etapa de trillado del café pergamino y la capa que cubre al grano de café después de ser secado.
Catación	Es la descripción y medición de características físicas y organolépticas del café o producto líquido.
Cuerpo	Término utilizado en catación para evaluar la densidad del café, por medio de las papilas gustativas de la lengua.
Desecho	Restante del que se prescinde por no tener utilidad.
Escupidera	Recipiente utilizado en la evaluación sensorial del café o catación, donde se desechan las muestras catadas por los jueces entrenados.

Grados Brix	Es la unidad de medida para determinar el cociente total de materia seca disuelta en un líquido, generalmente azúcares.
Grano brocado	Es un término genérico para definir los granos dañados de café por insectos, generalmente afectados por la broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i>), una de las plagas más dañinas en la caficultura.
Inocuidad alimentaria	Es la garantía que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparen o consuman, de acuerdo con el uso a que se destinan.
Limpieza	Se refiere sólo al uso del agua y del jabón para hacer desaparecer la suciedad y la mayoría de los gérmenes.
Operación unitaria	Es una fase básica en un proceso de producción. Implica un cambio físico o transformación química.
Residuo	Restos servibles generados a partir de un proceso, que son utilizados para crear subproductos, del producto principal.
Trillar	Es una operación unitaria física, donde se elimina la capa externa del grano del café (cascabillo), luego de ser secado.

RESUMEN

La Cooperativa Coatlán R.L. dedicada a la agroindustria del café, cosecha y transforma materias primas con la visión de mejorar cada año su proceso, con el objetivo de proporcionar un producto de calidad, apoyando de forma técnica y económica a los pequeños caficultores de la región de Santiago Atitlán, Sololá.

Para monitorear la transformación de una materia prima con características organolépticas de primera calidad, la cooperativa desarrolló la cadena de valor de café desde área de almácigos, jardín de variedades, beneficio húmedo, cafetería y un laboratorio de catación para la región, asesorado por la Asociación Nacional del café, ANACAFÉ.

En el desarrollo del trabajo de graduación se realizó un diagnóstico en las diferentes áreas de la Cooperativa Coatlán R.L., para identificar la necesidad de innovación en los residuos de sus procesos. La cooperativa tiene un beneficio húmedo con la maquinaria e infraestructura para su adecuado funcionamiento, debido a la disponibilidad de estos elementos, se proponen cuatro productos agroindustriales que crean un valor agregado a los residuos obtenidos de los procesos de transformación.

Los productos propuestos son: infusión de pulpa de café a partir del proceso de café semi-lavado, infusión de pulpa de café con aumento de dulzura obtenido del proceso de café semi-lavado, portavasos a partir de poso de café y jabón orgánico de café. Cada uno de los productos presentan un diagrama de flujo que describe el proceso de producción, estandarización de las formulaciones y los costos de producción.

La transformación del café implica el uso de diferentes recursos, pero el más importante es el agua. Según las observaciones realizadas en el beneficio húmedo, se definió la propuesta para identificar el uso y ahorro del agua, por medio de un análisis de Ishikawa, para calcular el consumo de agua y el costo del mismo. Al evaluar los resultados, se propone la instalación de diferentes equipos que ayudarán a controlar el consumo de agua, así como incluir temas de capacitación para informar a los colaboradores de la importancia y uso de este recurso.

Por otra parte, se realizó un diagnóstico de necesidades de capacitación, donde se identificaron los temas para la creación de un plan anual dirigido al personal de la cooperativa, temas como: buenas prácticas agrícolas BPA, buenas prácticas de manufactura BPM, seguridad industrial, uso adecuado del agua, manipulación de los alimentos, mantenimiento de maquinaria y servicio al cliente. Asimismo, se impartieron dos capacitaciones al equipo de producción y de cafetería que incluyeron BPA y BPM.

OBJETIVOS

General

Desarrollar productos a partir de residuos generados en la transformación del café, de los procesos ejecutados en la Cooperativa Agrícola Integral Atitlán, El paraíso Tz'utujil, en Santiago Atitlán, Sololá.

Específicos

1. Realizar el diagnóstico de la situación actual de las áreas de producción en la cooperativa a través de la herramienta de análisis FODA.
2. Proponer la estandarización de cuatro formulaciones de productos, a partir de residuos obtenidos en cualquiera de las etapas del proceso del café en la cooperativa.
3. Definir la formulación final de cuatro productos desarrollados a través de análisis sensorial y de laboratorio.
4. Establecer la maquinaria y equipo necesaria para la elaboración de cuatro productos desarrollados por la cooperativa.
5. Evaluar la factibilidad económica para la elaboración de cuatro productos desarrollados por la cooperativa.

6. Elaborar un plan de ahorro del consumo de agua potable, en el beneficio húmedo de la cooperativa al aplicar los principios de producción más limpia.

7. Diseñar un plan de capacitación anual dirigido al personal de contacto directo con el café en sus etapas críticas de transformación, beneficio húmedo y cafetería.

INTRODUCCIÓN

La Cooperativa Agrícola Integral Atitlán, El Paraíso Tz'utujil, es la cooperativa de café más joven de la región, con un total de 24 asociados comprometidos para crear desarrollo socioeconómico en la comunidad. Cuenta con las diferentes etapas de la cadena de valor, desde el manejo agronómico, área de almácigos, beneficio húmedo, hasta la presentación al consumidor final del producto en cafetería.

Al tener el desarrollo de toda la cadena de valor de las áreas de procesamiento del café (beneficio húmedo y cafetería), se identificó la problemática de falta de estandarización de procesos en los residuos obtenidos del café. Por lo anterior se propone cuatro nuevos productos agroindustriales obtenidos de los diferentes residuos de su proceso de transformación.

En este trabajo de graduación desarrollado a través del ejercicio profesional supervisado EPS, presenta en el primer capítulo los antecedentes, generalidades, visión, misión y estructura organizacional de la cooperativa, así como la descripción de los diferentes procesos tradicionales y no tradicionales del café.

En el segundo capítulo se dan a conocer los factores internos y externos de la cooperativa por medio de un análisis FODA, así como las posibles causas y efectos del problema identificado por medio de un análisis Ishikawa. Para dar como resultado una propuesta en donde se desarrollan productos agroindustriales, creando así el valor agregado a los elementos que se

consideran como desecho, definiendo el proceso y formulación para cada uno de ellos.

Se realizaron los diagramas de flujo correspondientes a los procesos de los productos mencionados. Asimismo, se identificó la maquinaria y equipo necesario para la elaboración de estos y definir la factibilidad económica a través del análisis de costos y precio de venta estimado.

En el tercer capítulo se muestra el diagnóstico sobre el consumo de agua en el beneficio húmedo de café para crear la propuesta del uso adecuado y ahorro de agua. Como resultado del diagnóstico, se propone el cambio de equipo para control y monitoreo de agua. Asimismo, se concientizó por medio de las capacitaciones a los colaboradores sobre el uso e importancia del agua.

En el capítulo cuatro, se determinó por medio del diagnóstico realizado las necesidades de capacitación para los colaboradores. Creándose de esta manera el plan anual de capacitación para el fortalecimiento de las diferentes áreas del proceso; dentro del mismo se encuentran catorce temas de capacitación entre ellos: BPM, BPA, seguridad industrial, entre otros.

1. GENERALIDADES DE LA COOPERATIVA AGRÍCOLA INTEGRAL ATITLÁN, EL PARAÍSO TZ'UTUJIL, COATITLÁN R.L.

1.1. Antecedentes

El municipio de Santiago Atitlán ubicado en el departamento de Sololá, se conoce por sus condiciones agroclimáticas como una región productora de café. En el período de los años 1983 al 2012, las comunidades dedicadas a la caficultura de la región Santiago Atitlán no contaban con ningún tipo de estructura organizacional que les permitiera comercializar o exportar la materia prima directamente al cliente, lo cual provocó que durante esa etapa los caficultores fueran excluidos y limitados en sus conocimientos técnicos y económicos.

Después de la etapa crítica, durante dos años, los caficultores se convencieron de unir esfuerzos mediante diálogos en diferentes reuniones. Debido a una falta de organización, reciben apoyo de ANACAFE y se crea la cooperativa.

En el año 2015, se organizaron 24 caficultores con la participación de la mujer indígena (19 hombres y 5 mujeres), y se inscriben en la municipalidad de Santiago Atitlán, Sololá, con el nombre de Cooperativa Agrícola Integral Atitlán “El Paraíso Tz’utujil” R.L. con el objetivo de producir, procesar y comercializar uno de los mejores cafés de Guatemala.

La cooperativa se encuentra ubicada a las orillas del lago de Atitlán, a 147 km de la ciudad capital, en el municipio de Santiago Atitlán departamento de

Sololá, en las llanuras costeras y las regiones montañosas, ubicada en la parte sudoeste de Guatemala a 1592 metros sobre el nivel del mar, (msnm).

Tiene diferentes accesos viales vía carretera interamericana CA-1 al kilómetro 116, las Trampas en dirección a la aldea Godínez y San Lucas Tolimán; también se ingresa por la ruta CA-2 de la Costa Sur, hasta la aldea Cocales, Suchitepéquez, en dirección al municipio de Patulul y San Lucas Tolimán. Igualmente existen vías de navegación de ingreso, desde el municipio de Panajachel o de San Pedro La Laguna.

1.2. Visión

“Ser una empresa cooperativa productora líder e innovadora a nivel internacional, desarrollando las actividades socio productivas en el manejo del café de la región, con personal altamente calificado.”¹

1.3. Misión

Fomentar, producir, procesar y comercializar el mejor café, deleitando a todos aquellos que aprecian la calidad de vida, promoviendo el cultivo de los pequeños caficultores de la Región Atitlán, apoyando la industria nacional en forma sostenible, de manera amigable con el ambiente.²

1.4. Estructura organizacional

Las cooperativas correctamente constituidas son asociaciones titulares de una empresa económica al servicio de sus asociados, que se rigen en su

¹ Cooperativa Agrícola Integral Atitlán. “El Paraíso Tz’utujil” R.L. *Estatutos de Coatilán R.L.* p. 10

² *Ibíd.*

organización y funcionamiento por las disposiciones de la Ley General De Cooperativas, Decreto Legislativo Número 82-78.

La Cooperativa Coatlán R.L., posee una estructura organizacional de tipo funcional. Este tipo de estructura agrupa y ordena a los colaboradores basándose en las actividades a desarrollar por cada jefe y equipo, organizados en diferentes áreas, departamentos o comisiones.

La cooperativa la conforman: asamblea general, el consejo de administración y los asesores. El consejo de administración esta subdividido por diferentes comisiones: vigilancia, agrícola, acopio y mercadeo, *coffee tour*, proyectos y educación de Coatlán. Las partes de la estructura de la cooperativa y sus funciones son:

- Asamblea General

Es la máxima autoridad de la cooperativa y está conformada por los caficultores asociados. Entre sus funciones se encuentra elegir a los integrantes del consejo de administración de forma democrática, evalúa los resultados, aprueba el plan de trabajo y el presupuesto presentado por el consejo de administración.

- Asesores

Evalúan y analizan los resultados de la cooperativa. Proponen posibles soluciones para un mejor desarrollo por asesores internos o externos.

- Consejo de administración

Es el ente administrativo de la cooperativa, el cual tiene como función administrar los recursos con apoyo de las comisiones establecidas, conformado por el presidente, vicepresidente, secretario, tesorero y vocal I. Las comisiones formadas para el funcionamiento adecuado de la cooperativa son:

La Comisión Agrícola desarrolla todas las actividades de campo necesarias para mejorar la productividad del cultivo. Brinda asesoría a los productores asociados y no asociados, también es la encargada de dirigir los programas de almácigo y el jardín de variedades. El proyecto de investigación del jardín de variedades fue donación por parte del PhD. Edin Orozco de la Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía.

La Comisión de *Coffe Tour* da a conocer toda la cadena de transformación del café. Muestra el programa de almácigo con cualidades de resistencia a la roya e involucra al turista en las prácticas cotidianas en el manejo y cosecha del café. Esta exhibe y explica la transformación del fruto de café maduro a café pergamino en un largo proceso, delicado y específico. Finalmente, se expone el proceso de tostaduría y el consumidor final degusta las preparaciones de café.

La Comisión de Proyectos es la encargada de planificar, gestionar y ejecutar cada uno de los proyectos en beneficio de la cooperativa y de los caficultores.

La Comisión de Educación implementa los programas de capacitación a los asociados y no asociados de la cooperativa. También, ofrece un programa para practicantes de nivel diversificado y universitario (EPS), con la oportunidad de realizar las prácticas supervisadas. Está formada por tres integrantes: presidente,

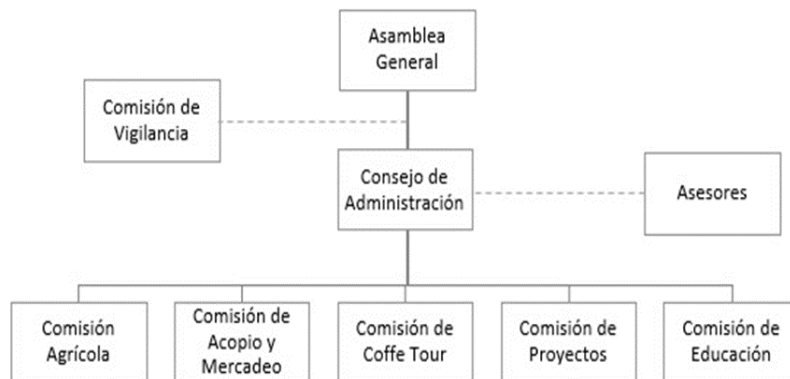
secretario y vocal electos durante la Asamblea general ordinaria, por un período de dos años.

La Comisión de Vigilancia se encarga de cuidar los estados financieros de la cooperativa y su control adecuado. También monitorean que el recurso humano cumpla con sus funciones establecidas y la planificación se cumpla conforme al tiempo establecido.

La Comisión de Acopio y Mercadeo es la encargada de comprar café, darle seguimiento a su transformación, logística de almacenamiento y la coordinación de comercialización del café. También monitorea el área de control de calidad o laboratorio de catación y tostaduría.

El organigrama de la cooperativa es de tipo vertical, debido a que la toma de decisiones fluye de los niveles más altos hacia los bajos, donde se evalúa y aprueban las mismas. En la figura uno se muestra el organigrama de la cooperativa.

Figura 1. **Organigrama de Coatitlán R.L.**



Fuente: Cooperativa Coatitlán R.L. *Memoria de labores*. p. 16.

1.5. Procesos tradicionales y no tradicionales desarrollados en la Cooperativa Coatlán R.L.

Los procesos de beneficiado de café tradicionales, elaborados tanto en la cooperativa como a nivel nacional es el denominado café lavado. Estos frutos de café han sido transformados al estandarizar un proceso establecido durante años, que al utilizar tecnología han mejorado la calidad desde el almácigo hasta su beneficiado húmedo.

Debido a las exigencias del mercado por consumir café de calidad y sabores diferenciados, se ha innovado en los procesos que resalta las características organolépticas del café. En la cooperativa han adoptado otros procesos diferentes al café lavado, con el objetivo de ser competitiva en el mercado nacional e internacional, dichos procesos no tradicionales incluyen al café semi-lavado o *honey* y natural. Así mismo en otras partes del país algunos caficultores han realizado diferentes pruebas empíricas y de investigación para estos nuevos procesos no tradicionales y su futura producción.

El proceso tradicional, según ANACAFÉ consiste en eliminar el mucílago de la semilla del café por medio de diferentes etapas durante el proceso, comúnmente se le conoce como café lavado. La transformación de un café lavado consiste en las siguientes etapas: recibo de materia prima, clasificación del fruto, despulpado, remoción del mucílago, fermentación, lavado, secado y almacenamiento del café.

Este tipo de café es generado por la cooperativa casi en la totalidad de la producción de las cosechas, debido a la alta demanda en el mercado nacional e internacional. Para generar un café con características muy bien resaltadas, implica el esfuerzo de toda región caficultura, desde la variedad, condiciones

agroclimáticas hasta estandarizar el mejor proceso para cuidar la calidad del fruto que viene del campo.

Por esta razón la cooperativa por ser nueva en la región, se ha enfocado en crear la mejor calidad de café en taza para cada cosecha. Al tener un equipo de trabajo visionario y capacitado en algunas áreas, constantemente realizan diferentes pruebas en los procesos, para diversificar los productos finales y ampliar sus clientes, conforme a las tendencias del mercado como los procesos no tradicionales.

Los procesos no tradicionales se les conoce así por eliminar algunas de las etapas de transformación como: el despulpado y el lavado. Entre estos procesos se encuentran: semi-lavado y natural. Estos tipos de café actualmente se procesan en Guatemala, debido a la alta aceptación en el mercado internacional. El procesar café de este tipo genera oportunidades para competir en la venta de micro lotes de especialidad, por ser un sector con altos índices de rentabilidad.

La cooperativa ha realizado pruebas piloto a menor escala en los últimos años de café natural y semi-lavado, como una minoría del total de cosechas para ampliar su mercado ante la demanda de esta nueva tendencia en café. Al ser una cooperativa visionaria de nuevas oportunidades, crearon metas a corto y mediano plazo y posicionarse en este tipo de clasificación de café.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS A PARTIR DE RESIDUOS DEL PROCESO DEL CAFÉ

2.1. Diagnóstico de la situación actual

El diagnóstico desarrollado en la Cooperativa Coatitlán R.L., permite visualizar su estado actual, en las diferentes áreas del beneficiado húmedo, como la calidad de la materia prima, generación de residuos, su impacto socio-económico, entre otros. El diagnóstico se basa en la observación y entrevistas no estructuradas, realizadas a los jefes de equipo y operarios. Con el objetivo de identificar el área de mayor deficiencia y las diferentes problemáticas que afectan las actividades productivas y basadas en los resultados proponer soluciones adecuadas para minimizar o eliminar las mismas.

2.1.1. Diagnóstico por medio de las herramientas FODA e ISHIKAWA

Para la realización del diagnóstico de la situación de la cooperativa, se analizó: fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Derivado de lo anterior se identificó la principal problemática en el proceso de producción del café. Como resultado fue, la mínima transformación de los residuos del café para su aprovechamiento. Estos residuos en general han sido utilizados con diferentes propósitos tales como: abono para plantas y crianza de animales. No reflejándose un impacto socio-económico notable, generado al ser utilizado para ese tipo de usos. Por eso se considera estandarizar procesos, para generar subproductos de

mayor impacto económico en el sector caficultor, así como impactos positivos hacia el ambiente.

A continuación, se describen los factores internos (fortalezas y oportunidades) y externos (debilidades y amenazas), identificados en el análisis FODA.

- Fortalezas

Al evaluar la situación de la cooperativa se determinó que las principales fortalezas son: infraestructura, ubicación, capital humano, procesos y sus valores.

- Infraestructura: cuentan con un beneficio húmedo, bodegas de almacenamiento y jardín de variedades, esta fue la inversión inicial por parte de los productores que integran la cooperativa.
- Ubicación: la cooperativa se encuentra en Santiago Atitlán, Sololá, una zona turística debido al lago de Atitlán y los diferentes volcanes que lo rodean, como el volcán de San Pedro que se encuentra frente a la cooperativa. Este importante sitio turístico atrae a diferentes visitantes nacionales e internacionales.
- Capital humano: debido a la motivación que se tiene dentro de la cooperativa, los colaboradores tienen un alto rendimiento en la productividad y desempeño.

- Procesos: actualmente cuentan con el proceso tradicional y no tradicional. Coatlán es de las cooperativas que tienen procesos diferentes al lavado, abriendo nuevos sectores de mercado.
- Valores: predominan principalmente la iniciativa, compromiso y espíritu de trabajo, los cuales han sido base para el desarrollo de la cooperativa.
- Debilidades

Las debilidades analizadas dentro de la cooperativa son:

- Procedimientos empíricos: existían riesgos al formar nuevos procesos, tal es el caso del proceso de café semi-lavado y natural por ser procesos relativamente nuevos. Estos presentan inconvenientes durante algunas operaciones, debido a la falta de estandarización.
- Altos volúmenes de desechos del proceso: la falta de sub productos genera cantidades de desecho que al no transformarse ocasionan volúmenes importantes de desecho sin controlar.
- Impacto al ambiente: los residuos generados desde el beneficiado húmedo hasta el consumidor final y no tratarse de forma adecuada genera impacto en el suelo, agua y humano. La cooperativa posee procesos para controlar sus desechos minimizando su impacto, pero no de todos los residuos.

- Deficiencia en la comercialización: en la cooperativa la forma de comercializar el café es por medio de intermediarios, aspecto negativo para el aumento de utilidades. Se tiene la visión a corto y mediano plazo de controlar toda la cadena de comercialización para obtener mayores utilidades.
 - Maquinaria: debido a la falta de maquinaria adecuada en el proceso de semi-lavado, se obtienen productos de menor calidad.
 - Poco control en el ingreso de café cereza: el principal inconveniente de la cooperativa en este proceso es el corte. Si el café llega al beneficio con un estado de madurez inadecuado, aunque se tenga la maquinaria adecuada, limpieza, alta productividad entre otros, la mala calidad permanece.
- Oportunidades

Las oportunidades analizadas dentro de la cooperativa son:

- Apoyo técnico por las entidades externas a Coatitlán R.L: la cooperativa por ser asociado de ANACAFÉ, esta entidad brinda apoyo técnico a los caficultores de la Cooperativa, incentivando la organización y el desarrollo de los pequeños productores.
- Clima: factores como altura, el suelo, precipitación pluvial, los diferentes microclimas hacen un ambiente agroclimático óptimo para la formación del cultivo de café, creando sabores únicos de la región formando así uno de los mejores cafés de Guatemala.

- Nuevos mercados por ser zona turística: potencializa la creación de clientes nacionales y extranjeros para la cooperativa y la apertura de nuevos mercados debido al lago de Atitlán en la región de Santiago Atitlán, formando parte de una zona turística.
 - Laboratorio de catación por la región Atitlán: la creación de este laboratorio perteneciendo a la Cooperativa Coatitlán, será oportunidad para mantener un control de calidad a productos existentes y la creación de nuevos productos estandarizando los procesos. También brindará apoyo técnico para las diferentes cooperativas de la región haciendo los procesos ágiles y en menor tiempo.
 - Ruta ecológica de café de la cuenca del lago: este proyecto consiste en comprender a las instituciones y empresas de la cuenca del Lago Atitlán, a manipular de forma responsable sus desechos evitando la contaminación del lago. Creando una ventana de oportunidad para la cooperativa de ser pionera al dar un valor agregado a sus residuos.
- Amenazas

Las amenazas analizadas dentro de la cooperativa son:

- Mercado competitivo: debido a las tendencias del mercado al obtener clientes internacionales ha sido un reto mayor en la última década, provocando una saturación de oferta de productos, donde la innovación debe ser la mejor característica para las industrias caficultoras.

- Inestabilidad de los precios en el mercado internacional: debido a los precios inestables para la compra de café y controlados por entidades internacionales como la bolsa de valores, provoca incertidumbre al momento de las negociaciones de la cooperativa y retribuciones en el producto final.
- Cambio climático: crea un desequilibrio ambiental a nivel mundial impactando principalmente a regiones tropicales como Guatemala, reflejándose en lluvias excesivas, sequías, plagas y enfermedades, impactando en los cultivos de café, aunque el caficultor esté preparado al peor escenario, sigue provocando pérdidas importantes en las cosechas.
- Analfabetismo de la región: lo cual provoca falta de mano de obra calificada para puestos de trabajo en las diferentes industrias de la Región de Atitlán.
- Desnutrición: en la región de Atitlán existe un alza de casos por desnutrición en niños y genera baja en el rendimiento tanto físico como mental del presente y futuro del recurso humano en las comunidades, provocando ausencias laborales, poca resistencia física y déficit de atención.

En la tabla I, se puede observar el análisis FODA, como apoyo para la definición del problema.

Tabla I. **Análisis FODA**

Factores internos	Fortalezas	Oportunidades	Factores externos
	F.1 Infraestructura F.2 Ubicación F.3 Capital humano F.4 Procesos tradicionales y no tradicionales. F.5 Valores: <ul style="list-style-type: none"> • Iniciativa • Compromiso • Espíritu de trabajo. 	O.1 Apoyo técnico entidades externas O.2 Clima O.3 Laboratorio de catación para la región Atitlán. O.4 Zona turística O.5 Ruta ecológica de Lago de Atitlán.	
	Debilidades	Amenazas	
	D.1 Procesos empíricos D.2 Altos volúmenes de desechos del proceso. D.3 Deficiencia en la comercialización D.4 Impacto al ambiente D.5 Maquinaria D.6 Poco control en el ingreso de café cereza.	A.1 Mercado competitivo A.2 Inestabilidad de los precios en el mercado internacional A.3 Cambio climático A.4 Alta tasa de analfabetismo en la región. A.5 Desnutrición	

Fuente: elaboración propia.

El análisis de maximización y minimización, presenta estrategias para posibles soluciones de las debilidades y amenazas de la cooperativa. Esta propone acciones para aumentar las fortalezas y las oportunidades del entorno interno y externo, al disminuir las debilidades y amenazas.

- FO (Maxi-Maxi): estrategias para maximizar tanto las fortalezas como las oportunidades:
 - Organizar y darle el seguimiento adecuado por parte de instituciones externas como ANACAFÉ. Según las áreas donde la cooperativa necesita refuerzo.

- Capacitar y formar líderes en el área del recurso humano y aprovechar valores de espíritu de trabajo como base para su formación.
 - Mejorar los procesos existentes, por medio de su estandarización y aplicar nuevas tecnologías para ser más competitivos y eficientes en el mercado.
 - Desarrollar el laboratorio de catación, proporcionar seguimiento al control de calidad de las materias primas de la cooperativa y a las demás de la región.
 - Crear oportunidades para el mercado de la cooperativa, al estar ubicada a orillas de la cuenca del lago, pertenece a proyectos como la ruta ecológica del café, ampliando las oportunidades de ingresar a mercados internacionales con mayor credibilidad.
- DO (Mini-Maxi): estrategias para minimizar las debilidades y maximizar las oportunidades:
 - Estandarizar procesos formados empíricamente llegando a establecer un control de calidad adecuado y ser más competitivos en el mercado.
 - Crear nuevas alternativas de uso para los residuos del café, por medio de investigación y desarrollo, dando así un valor agregado al desecho para convertirlo en residuo y minimizar el impacto negativo que estos provocan. Aprovechando las necesidades del mercado y generar ingresos independientes al producto principal que es el café.

- Al solventar una necesidad en el mercado, buscar nuevos compradores para respaldar la expansión de los productos.
 - Establecer métodos de comunicación asertiva, tanto en las operaciones del beneficio como en el área administrativa optimizando el tiempo y tomar las mejores decisiones para la cooperativa.
 - Capacitar a los productores que conforman la cooperativa y generar conciencia de los resultados del producto final, al ser responsabilidad de todos los partícipes en la cadena de producción.
- FA (Maxi-Mini): estrategia para fortalecer las fortalezas y minimizar las amenazas.
 - Tener la tecnología adecuada para el sector caficultor, por medio de instituciones como ANACAFÉ que generan información de forma constante. A través de nuevas aplicaciones para celulares que ayudan a minimizar el impacto negativo para el sector cafetalero.
 - Expandir el mercado nacional e internacional. Debido a que la cooperativa produce café de diferentes tipos de procesos, por su innovación han sido reconocidos por ANACAFÉ en competencias regionales debido a su calidad, convirtiéndose en opción para clientes que buscan sabores diferentes.

- Capacitar personas en la cooperativa tanto a nivel nacional e internacional. Por medio de congresos, cursos, capacitaciones, entre otros y expandir la información dentro del personal de la cooperativa
- DA (Mini-Mini): son las estrategias para minimizar las debilidades y amenazas.
 - Investigar y desarrollar nuevos productos. Impacta de forma directa en uno de los problemas del sector caficultor los residuos del proceso, generando nuevas formas de crear valor agregado a estos.
 - Capacitaciones: la mejor forma de minimizar las debilidades y amenazas de cualquier industria o institución es generar mano de obra calificada, es decir, si no se tiene se forma.

Se muestra en la tabla II, la matriz de análisis de estrategias para minimización y maximización de análisis de estrategias.

Tabla II. **Matriz de estrategias de minimización y maximización de análisis de estrategias FODA**

<p>FACTORES INTERNOS</p> <p>FACTORES EXTERNOS</p>	<p>Lista de fortalezas</p> <p>F.1 Infraestructura</p> <p>F.2 Ubicación</p> <p>F.3 Capital humano</p> <p>F.4 Procesos tradicionales y no tradicionales.</p> <p>F.5 Valores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Iniciativa • Compromiso • Espíritu de trabajo. 	<p>Lista de debilidades</p> <p>D.1 Procesos empíricos</p> <p>D.2 Altos volúmenes de desechos del proceso</p> <p>D.3 Deficiencia en la comercialización</p> <p>D.4 Impacto al ambiente</p> <p>D.5 Maquinaria</p> <p>D.6 Poco control en el ingreso de café cereza</p>
<p>Lista de oportunidades:</p> <p>O.1 Apoyo técnico por algunas entidades externas.</p> <p>O.2 Clima</p> <p>O.3 Laboratorio de catación para la región Atitlán.</p> <p>O.4 Zona turística</p> <p>O.5 Ruta ecológica del Lago Atitlán.</p>	<p>FO (Maxi-Maxi)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Organizar y darle el seguimiento con instituciones externas. 2. Capacitar y formar líderes en el RH. 3. Estandarizar procesos. 4. Seguimiento a proyectos que incluyan control de calidad. 5. Ser parte de la ruta ecológica de la cuenca del lago Atitlán. 	<p>DO (Mini-Maxi)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Estandarizar procesos para mantener un control de calidad adecuado. 2. Crear nuevas alternativas de uso para los residuos del café. 3. Buscar compradores directos. 4. Establecer métodos de comunicación más eficientes en RH. 5. Concientizar a los productores del proceso del café al realizarlo de forma productiva.
<p>Lista de amenazas</p> <p>A.1 Mercado competitivo</p> <p>A.2 La volatilidad de los precios en el mercado internacional.</p> <p>A.3 Cambio climático</p> <p>A.4 Alta tasa de analfabetismo</p> <p>A.5 Desnutrición</p>	<p>FA (Maxi-Mini)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tecnología adecuada para el sector caficultor. 2. Expandir el mercado nacional e internacional. 3. Capacitar personas en la cooperativa a nivel nacional e internacional. 	<p>DA (Mini-Mini)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Investigación y desarrollo de nuevos productos. 2. Capacitaciones

Fuente: elaboración propia.

Al realizar un análisis de forma general por medio de la herramienta FODA y por medio de la matriz de maximización y minimización, se identificó y delimitó el problema. Este es, la falta de industrialización e innovación en los residuos de los procesos tradicionales y no tradicionales del café.

La importancia de la investigación y desarrollo de nuevos productos a partir de la generación de los diferentes residuos en la cadena de transformación del café, aportaría un valor económico, social y ambiental a la cooperativa.

2.1.2. Descripción del problema, análisis causa-efecto

El problema principal de la cooperativa es la generación de residuos del proceso de café en toda su cadena de transformación, los cuales no generan ningún ingreso económico por falta de industrialización y los residuos al no ser manipulados pueden llegar a crear un impacto negativo al ambiente.

A pesar de que la cooperativa maneja adecuadamente el agua miel para riego, otros residuos como la pulpa, el cascabillo, el tegumento y el poso pueden generar un ingreso económico al ser transformados estandarizando los procesos, creando nuevos empleos y mejorar la calidad de vida de los habitantes de la comunidad.

Al delimitar el problema dentro de la cooperativa, la siguiente etapa es conocer las diferentes causas y proporcionar posibles soluciones. Para la investigación se utilizó el diagrama de causa-efecto o Ishikawa. Este consiste en un método gráfico representativo y de análisis al relacionar un efecto o problema y sus posibles causas.

Los elementos que ayudan a visualizar de forma amplia y desglosar las posibles causas que generan el problema consiste en seis puntos o como comúnmente se les conoce, las 6M que son: mano de obra, métodos, materiales, medición, maquinaria y medio ambiente. A continuación, se enlistan los factores observados en cada una de las 6M.

- Mano de obra
 - Falta de seguimiento y evaluación constante, después de las capacitaciones a los operarios de la cooperativa, sino se evalúa o monitorea, genera incertidumbre al no tener pruebas del conocimiento adquirido que podría ser aplicado en el área correspondiente.
 - Debido a la alta rotación del personal, no se invierte en capacitaciones constantes para los trabajadores.
 - El no tener una misma visión en la toma de decisiones por parte de la junta directiva de la cooperativa, detiene propuestas futuras como la creación de nuevos procesos para los residuos del café.

- Materiales
 - No estandarizar procesos, la falta de conocimiento de las propiedades presentes en los residuos genera ineficiencia al desarrollar subproductos de los residuos.
 - La ausencia de infraestructura debido a la carencia de materiales, impide la transformación adecuada de los residuos y la elaboración de subproductos.

- Métodos
 - La falta de estandarización de los procesos tradicionales del café, implica la secuencia de una línea consecutiva, para encontrar la etapa del método ideal y reflejarlo en un alto índice de calidad.
 - Falta de conocimientos sobre el aprovechamiento de los residuos, evitando la innovación y no ser competitivo en el mercado.
 - Falta de procedimientos para evaluación y monitoreo de las operaciones en los procesos.

- Maquinaria
 - La falta de tecnología evita la eficiencia y eficacia en la producción de nuevos productos. Esto controla los parámetros de calidad en la ejecución de un producto, lo cual implicaría un alza en los costos de producción.
 - Falta de maquinaria y equipo para una línea de producción en la ejecución de un subproducto.
 - El no tener conocimiento para la transformación de productos con la maquinaria adecuada.

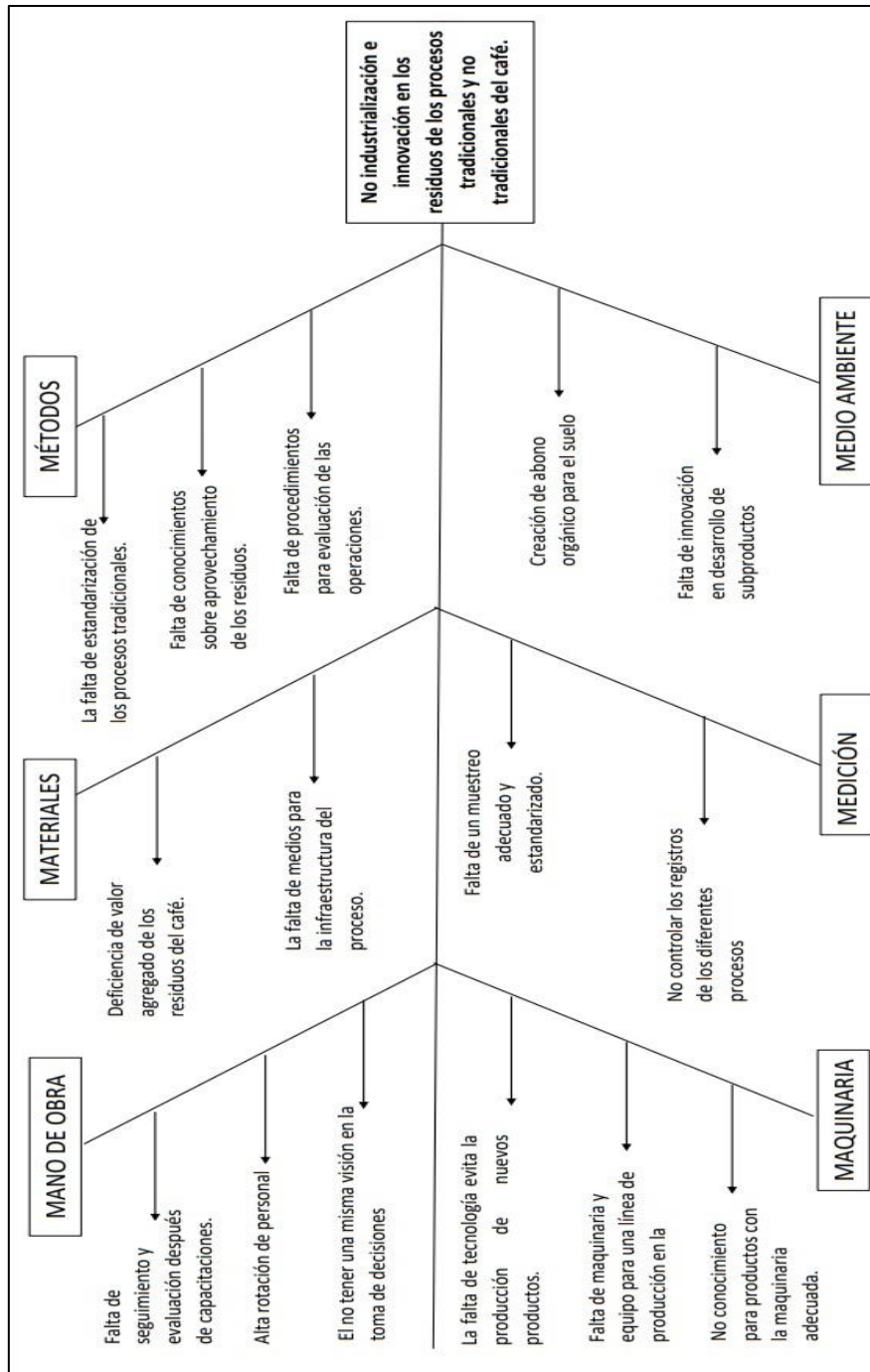
- Medición
 - Falta de un muestreo adecuado y estandarizado para agilizar los procesos de transformación de la materia prima.

- El no controlar los registros de los diferentes procesos, impide analizar las posibles soluciones y proponer mejoras continuas en las fases del proceso donde se requiere.
- Medio ambiente
 - Generación de abono orgánico. La cooperativa no ha estandarizado este proceso, lo cual podría crear efectos negativos al ambiente y económico al invertir tiempo y dinero.
 - Falta de innovación en el desarrollo de subproductos, con el objetivo de disminuir la contaminación.

Al analizar el problema se muestra que la innovación y desarrollo de nuevos productos es la solución para contrarrestar el tema de los residuos. Causas como: la falta de capacitación de temas como innovación, evita la estandarización y creación de nuevos procesos para impactar positivamente a la cooperativa.

En la figura dos se puede observar el diagrama con las 6M, mostrando las causas y efectos.

Figura 2. Diagrama de Ishikawa 6M



Fuente: elaboración propia.

2.2. Descripción del beneficio húmedo, maquinaria y equipo actual

El diseño de maquinaria y equipo son los elementos que forman un beneficio húmedo tecnificado, donde se transforma el café maduro a pergamino seco. Durante este proceso se debe cumplir con los parámetros de control de calidad que exige el mercado y obtener así café lavado. En la etapa de beneficio húmedo, se preserva la calidad que viene de campo para tener un estricto control en las fases de los procesos.

A continuación, se describe cada maquinaria, equipo y partes del diseño del beneficio húmedo de la cooperativa. Maquinaria: despulpadores, clasificadoras y desmucilagadora. El equipo: báscula, tornillo sin fin y bomba centrífuga. Partes del diseño de construcción son: recibidor semiseco, pilas de fermento, canal de correteo y patio de secado.

- **Despulpador**

Su función consiste en eliminar la pulpa de café y dejar expuesto el mucílago y grano. Está formado por un cilindro horizontal de acero inoxidable y una plancha cóncava, al contacto de ambas partes y en un movimiento constante, la pulpa se separa del grano. Dentro del beneficio se cuenta con cuatro despulpadores: dos para granos de primera calidad y dos para segunda calidad, como se observa en la figura tres.

Figura 3. **Despulpadores**



Fuente: elaboración propia.

- **Clasificadores o cribas rotativas**

“La función de este equipo es combinar la clasificación por densidad y tamaño del grano de café al utilizar el flujo de agua específicamente en un beneficio húmedo tecnificado.”³ Es un cilindro que gira de forma horizontal, formado por una estructura de anillos y varillas de hierro de $\frac{1}{4}$ de pulgada de diámetro, también puede estar forrada de lámina perforada. Estos pueden estar elaborados de metal o polietileno, como se observa en la figura cuatro.

Figura 4. **Cribas rotativas**



Fuente: elaboración propia.

³ Cooperativa Coatitlán R.L. *Manual de beneficiado húmedo del café*. p. 49.

- Desmucilagadora

Se utiliza para separar por completo el mucílago del grano de café y pasar completamente limpio a la siguiente etapa. Está formada por una batidora cilíndrica vertical con barras fijas y un eje con barras que giran a 530 rpm impulsadas por un motor y con movimientos específicos. Su objetivo es desprender en los primeros minutos el mucílago del café. La cooperativa utiliza una desmucilagadora continua de flujo ascendente donde ingresa el grano de café de forma vertical ascendente, expulsando una mezcla de agua y mucílago por orificios alrededor del cilindro, como se observa en la figura cinco.

Figura 5. **Desmucilagadora**



Fuente: elaboración propia.

- Báscula

Es un equipo que se basa en sistemas mecánicos por deformación elástica de un resorte para medir el peso de algún objeto. Existen diferentes tipos de básculas con límite de 3 000 Kg hasta 5 000 Kg, para medir peso de la materia prima a gran escala. Se utiliza una báscula y como medida de masa en la

cooperativa el quintal, medida usual para el café en Guatemala como se observa en la figura seis.

Figura 6. **Báscula**



Fuente: elaboración propia.

- **Tornillo sin fin**

Se utiliza para la extracción de la pulpa de forma mecánica sin agua que, al tener movimientos rotativos, moviliza de manera continua la pulpa hacia el exterior. Consiste en un rotor en forma de tornillo helicoidal que al girar de forma axial extrae el material que está dentro de él, como se observa en la figura siete.

Figura 7. **Tornillo sin fin**



Fuente: elaboración propia.

- Bomba centrífuga

“Su función es la de transportar o bombear sólidos y con la fricción de los mismos granos de café, se desprende el mucílago adherido.”⁴ Las bombas para café son de tipo impulsor abierto para sólidos no mayores de dos pulgadas y alimentación axial, entradas y salidas deben ser mínimo de dos pulgadas de diámetro, como se puede observar en la figura ocho.

Figura 8. **Bomba centrífuga**



Fuente: elaboración propia.

- Tanque recibidor semiseco

Se utiliza para almacenar el café maduro y seguir con la siguiente etapa.
“Es un tanque rectangular con una altura promedio de 1 m para facilitar la entrada

⁴ Cooperativa Coatlán R.L. *Manual de beneficiado húmedo del café*. p. 76.

y salida con una inclinación de 5 % a 7 % de pendiente para su flujo continuo, con divisiones no mayores a 0,5 m.”⁵ Ver figura nueve.

Figura 9. **Tanque recibidor semiseco**



Fuente: elaboración propia.

- **Tanques de fermento**

Estos se utilizan para realizar la fermentación de los granos del café, específicamente para el desprendimiento del mucílago del grano. Son tanques rectangulares o pilas elaboradas de cemento, recubiertas con azulejo para mayor limpieza e inocuidad, como se puede observar en la figura 10.

⁵ Cooperativa Coatitlán R.L. *Manual de beneficiado húmedo del café*. p. 25.

Figura 10. **Tanques de fermento**



Fuente: elaboración propia.

- **Canal de correteo**

Su función es lavar el café del mucílago, por donde fluirá agua y el grano a una velocidad continua. Consiste en canales rectangulares que pueden medir entre 0,45 m a 0,6 m de ancho, profundidad media de 0,5 m y la longitud será variable dependiendo del volumen de café a procesar. Se utiliza una bomba centrífuga para movilizar y al mismo tiempo lavar el grano de café, como se observa en la figura 11.

Figura 11. **Canal de correteo**



Fuente: elaboración propia.

- **Patio de secado**

Estas áreas se utilizan para secar el café de forma natural utilizando el sol y el aire, convirtiéndose en café pergamino. Son espacios abiertos donde se coloca el grano de café previamente lavado y clasificado al salir del canal de correteo. La ubicación geográfica de la cooperativa proporciona las condiciones adecuadas para realizar un secado natural, como se puede observar en la figura 12.

Figura 12. **Patio de secado**



Fuente: elaboración propia.

2.3. Descripción de los procesos actuales en Cooperativa Coatlán R.L.

Los procesos de café que la cooperativa realiza son: café lavado, semi-lavado y natural. Para el caso del café lavado es el proceso principal de la cooperativa y más común a nivel nacional. Para la obtención de café semi-lavado y natural son procesos más complejos debido a su falta de experiencia en su desarrollo.

El desarrollo de diferentes pruebas para la realización de estos procesos, han descubierto nuevos sabores que el mercado de café ha demandado con frecuencia, por eso estos procesos han sido adoptados en la cooperativa para competir en el mercado y posicionarse en el mismo.

A continuación, se describen cada una de las etapas de los procesos de café lavados, semi-lavados y natural.

- Café lavado

El café lavado es un proceso que por medio de diferentes etapas se retiran las partes de su estructura vegetal y todo aquel elemento que no sea su semilla, por medio de movimientos mecánicos y manuales. Su principal objetivo es la eliminación del mucílago que cubre la semilla del café por medio de la fermentación y la velocidad del agua en los canales de correteo.

Se debe controlar cada fase del proceso para cumplir con los estándares de control de calidad y obtener materias primas con adecuadas características organolépticas. Las etapas del proceso son: recolección del fruto, recepción y clasificación, despulpado, remoción del mucílago, lavado, secado y almacenamiento.

- Recolección

Es la primera etapa del proceso de transformación. Se debe recolectar únicamente los frutos maduros. Los frutos verdes, semi-maduros (camagüe), sobre-maduros, brocados, secos, enfermos, entre otros, impiden que el proceso de beneficiado se lleve a cabo de forma eficiente. Puesto que altera la calidad del

producto final y el rendimiento provocando resultados negativos en el control de calidad.

Cabe mencionar que, en las fases anteriores a la recolección, se plasman las características organolépticas del café, ya que en las etapas posteriores solamente se cuida la calidad. Por eso los factores que inciden en estas características son: elección de especie y variedad, condiciones agroclimáticas y las prácticas agronómicas.

- Recepción y clasificación

Durante esta etapa se recibe el fruto maduro y se realiza un muestreo del fruto que ingresa para conocer el estado del café cereza, esta es la etapa donde inicia el proceso en el beneficio húmedo de la cooperativa. Existen diferentes métodos, pero en el caso de la cooperativa para agilizar la recepción de café, se toma una muestra en un recipiente haciéndolo de forma visual. Al existir mayor cantidad de grano verde, camagüe o brocado en la muestra analizada no se recibe el fruto.

La calidad se puede ver afectada al mezclar los frutos de diferentes días de corte, por eso el café que se recibe se procesa el mismo día. Debido a los diferentes microclimas que presenta Guatemala, y las plantaciones a diferentes altitudes incluso en la misma región, la cooperativa inicia a recibir café en el mes de octubre, pero en volúmenes pequeños.

- Despulpado y clasificación

En la etapa de despulpado, se elimina la capa externa o pulpa del fruto de café y se deja expuesto el grano o semilla recubierto por el mucilago. Para la

clasificación del grano, el objetivo de esta operación es separar el café vano y café verde eliminándolos por densidad, estos defectos afectan principalmente el rendimiento. Para aprovechar este café se clasifica y se envía al despulpador de segunda clasificación. Debido a los volúmenes procesados, es importante la capacidad de clasificación del beneficio para evitar el sobrecargar el sistema.

Estas dos etapas pueden realizar de forma manual o mecánica. En la cooperativa se cuenta con un beneficio húmedo tecnificado con una capacidad máxima instalada de mil quintales por lote de producción. Despulpando y clasificando mecánicamente, respondiendo al volumen de ingreso de café.

- Remoción del mucílago y fermentación

El mucílago al ser un material gelatinoso insoluble en agua se debe pasar por un tratamiento para solubilizar el mucílago y convertirlo en un material fácil de remover al momento del lavado. La cooperativa lo realiza por medio de una fermentación natural.

La fermentación natural es una de las etapas más críticas e importantes del proceso. Consiste en degradar el mucílago, acelerado por condiciones climatológicas del área geográfica donde se encuentra el beneficio, sin agregar ningún aditivo químico que acelere la fermentación.

El tiempo de fermentación depende de algunos factores como: temperatura, ambiente, altura del volumen de café, la calidad del agua utilizada en el despulpado, madurez del fruto y microorganismos presentes. Al tomar en cuenta lo anterior, el tiempo estipulado puede ser de ocho a 16 o más horas.

Para verificar que la fermentación ha finalizado se introduce un objeto cilíndrico de madera aproximadamente 2 m de altura hasta el fondo de la masa de café, en diferentes puntos de la pila formando un orificio, si este no cierra se procede a tomar muestras de grano de café de diferentes puntos. Esta muestra se lava, frotando con las manos y si presenta un sonido, culminó la fermentación pasando a la siguiente etapa.

Uno de los peligros que puede presentar el grano al no ser retirado en el tiempo adecuado, es un defecto muy marcado en calidad de taza como lo es sabor a fermento. Luego por medio de una desmucilagadora se elimina el mucílago del grano, después de la fermentación natural. Esto se realiza para evitar el gasto excesivo de agua durante el lavado, este residuo se conoce como agua miel.

- Lavado

Se realiza por medio de inmersión del grano en agua, con ayuda del paso de corriente de agua, pasando por un canal de correteo. Por último, se clasifica el grano de primera y segunda calidad. Cabe resaltar que el objetivo del lavado mecánico es la reducción y recirculación del agua utilizándola en otras etapas del proceso como el despulpado.

- Secado

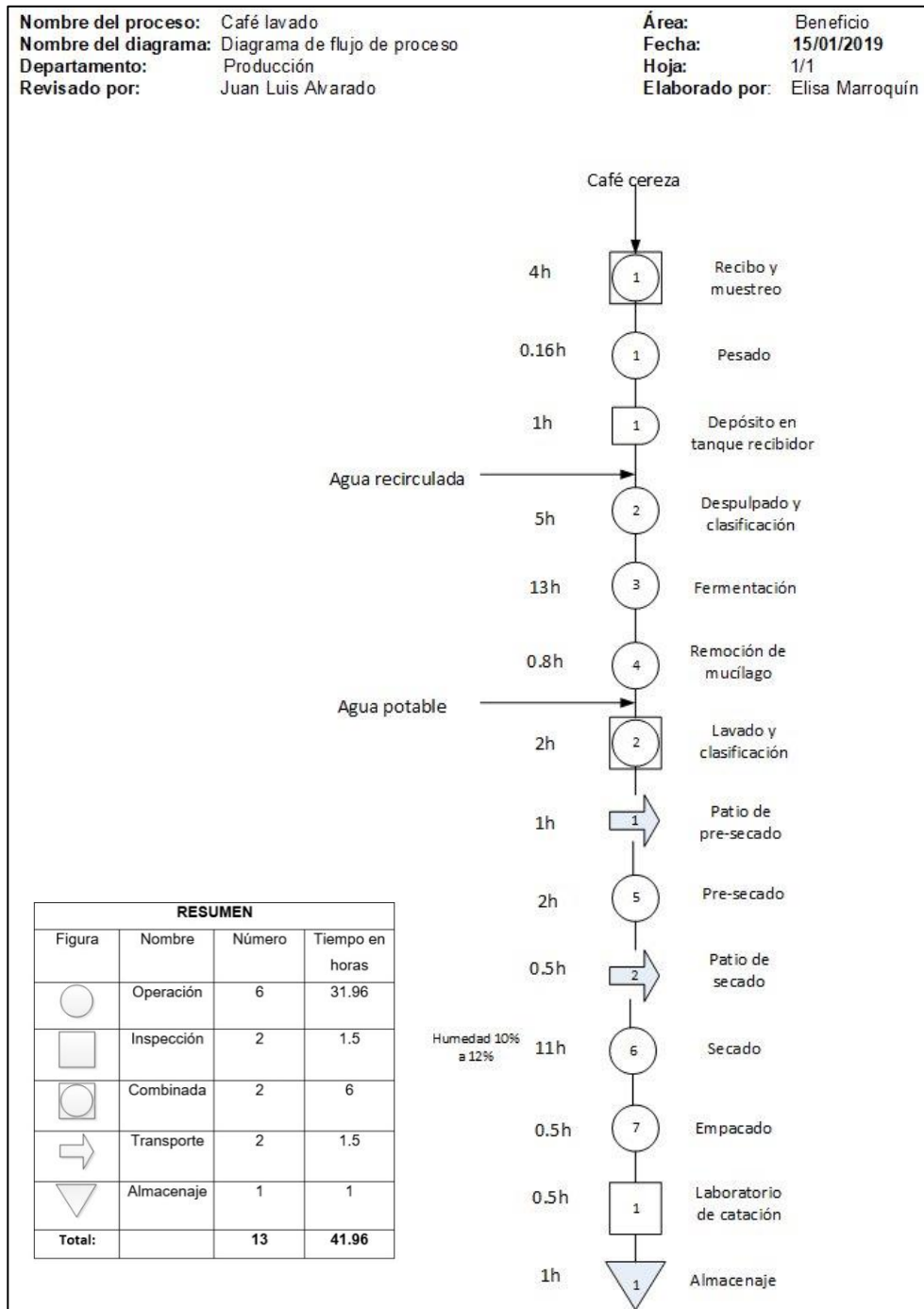
Durante esta etapa se elimina el agua del grano del café por medio natural o mecánico. La cooperativa lo realiza por medio natural, debido a que la ubicación geográfica presenta las condiciones climáticas adecuadas para el secado. El parámetro más importante para controlar durante el secado es el porcentaje de humedad, que se encuentra para el café entre un 10 % a 12 %.

- Almacenamiento

Factores como: temperatura, humedad relativa y ubicación del lugar de almacenamiento favorecen su conservación. Si estos factores no son inspeccionados la calidad del grano se verá afectado generando un defecto en el café como el moho. Al resguardar el grano de café en bodegas se monitorea la calidad para obtener características físicas y organolépticas ideales. Se debe tomar en cuenta que después de realizar el secado del café, se debe mantener un tiempo prolongado en reposo. Para que las características del grano puedan acentuarse generando una adecuada calidad en taza, antes de su entrega.

En la figura 13 se muestran las etapas para la transformación de un café lavado en un diagrama de flujo.

Figura 13. Diagrama de flujo del proceso de café lavado



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

- Café semi-lavado (*honey*)

Consiste en despulpar el café sin utilizar agua y realizar el secado con el mucílago aglutinado al pergamino. El proceso de café *honey* se conoce de forma técnica como semi-lavado, para llevar a cabo el proceso y sus etapas son: recolección del fruto, despulpado en seco, secado y almacenamiento.

- Recolección del fruto

De igual forma que en el café lavado es la primera etapa del proceso. Se debe hacer mayor énfasis en la recolección del fruto, debido a que en este proceso los defectos se ven en la última etapa de control de calidad. La clasificación manual de forma visual, es la base para minimizar los defectos como: frutos verdes, sobre maduros y secos.

- Despulpado en seco

Consiste en eliminar la pulpa del grano de café sin tener contacto con agua. Puesto que el objetivo de este proceso, es obtener el grano con la mayor cantidad de mucílago presente.

- Secado

Al igual que el café lavado esta operación, consiste en eliminar la humedad del grano. Debido a que el grano lo recubre aún el mucílago, el tiempo de secado puede prolongarse por más tiempo. Según las características que se desean impregnar al café, la exposición directa o media al sol influyen en el resultado. El tipo de exposición al sol genera coloraciones amarillas, rojas y negras, debido al grado de mayor o menor oxidación de los azúcares presentes en el grano.

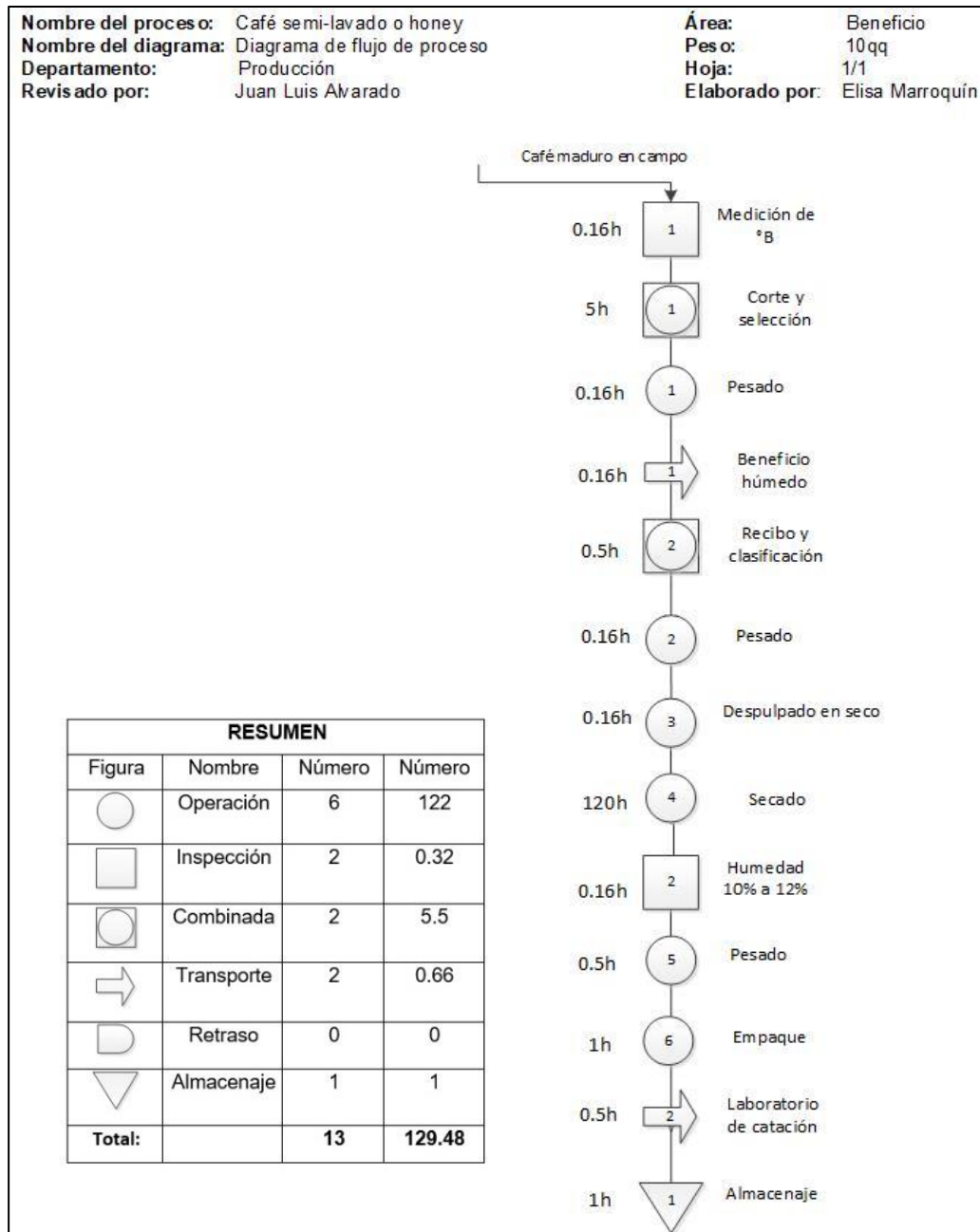
El medio de secado se realiza en cajones elaborados de malla y madera o también llamadas camas africanas, para que las corrientes de aire puedan fluir y secarlo de manera uniforme, recubiertas con sarán para controlar la exposición al sol. Los movimientos se deben realizar de forma diaria para evitar la formación de moho.

- Almacenamiento

Al igual que el café lavado este se debe almacenar entre un 10 % y 12 % de humedad. Expertos recomiendan resguardar este tipo de café como mínimo dos meses, para que las características organolépticas se vean reflejadas en el control de calidad.

En la figura 14 se muestra el diagrama de flujo del proceso de café semi-lavado.

Figura 14. Diagrama de flujo del proceso de café semi-lavado o honey



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

- Café natural

El café natural está catalogado como uno de los procesos más sencillos y complejos a la vez. Su proceso consiste en muy pocas etapas: recolección, clasificación y secado.

- Recolección

Es una de las etapas más importantes para este proceso. Al igual que los procesos anteriores como: el café lavado y semi-lavado, la etapa de recolección es base para su control. Pero a diferencia de estos, para el café natural es un punto crítico de control, debido a que no existe otra etapa donde pueda clasificarse el grano durante su proceso sino hasta la etapa de trillado.

- Clasificación en fruto cereza

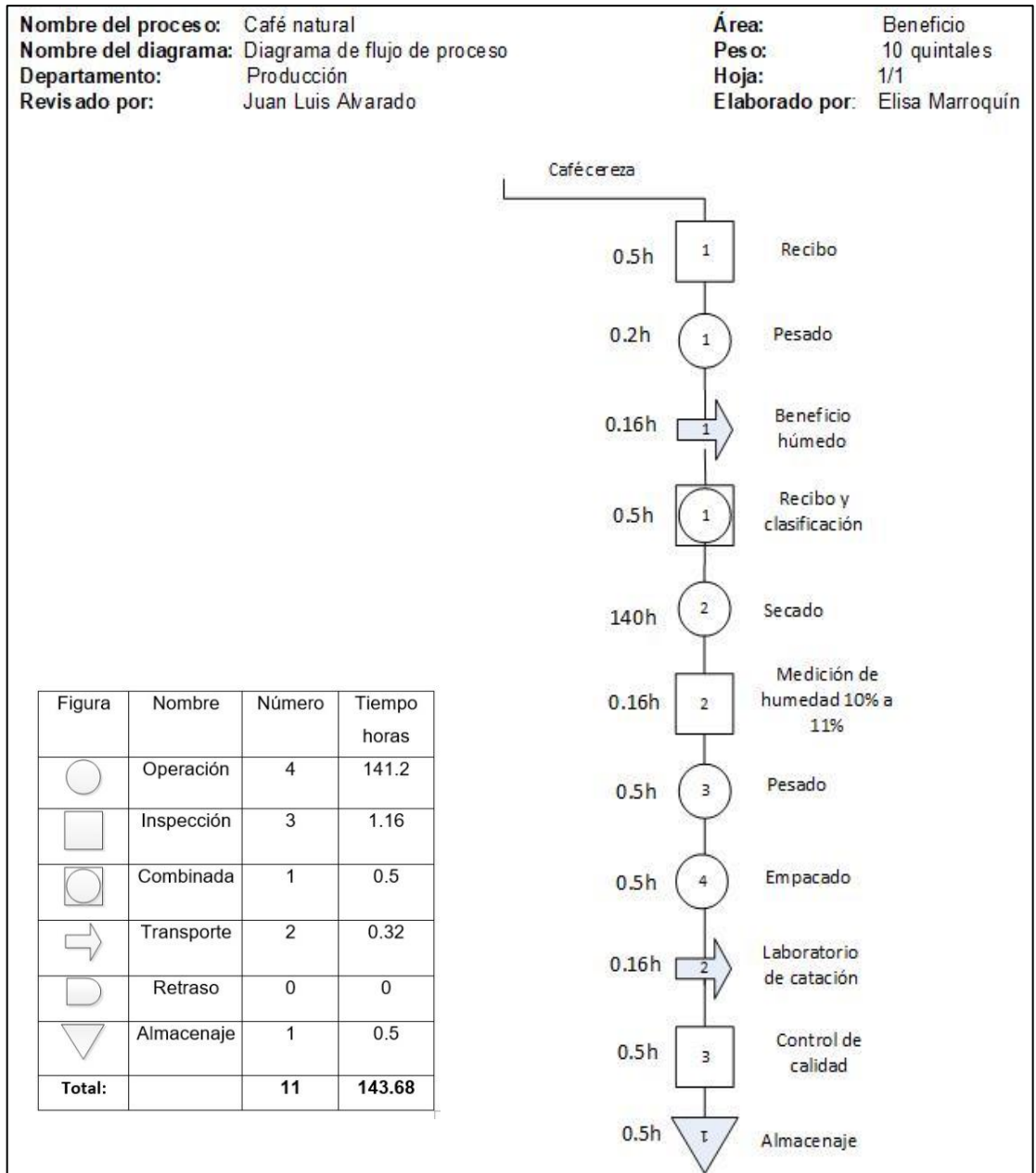
La clasificación del fruto de café en cereza se da únicamente por su coloración, por eso se debe monitorear constantemente la parte agronómica, para que el grano crezca sano y la coloración sea el principal factor para una adecuada clasificación. El fruto del café va directamente hacia la etapa de secado luego de ser cortado, con todas sus capas pulpa y mucílago. Esta clasificación del fruto puede realizarse por densidad.

- Secado

El secado se realiza tanto en camas africanas y en plásticos, según sea el método más efectivo para el productor. El grano de café al ser secado con la pulpa, se realiza en mayor tiempo y con mayor control de humedad. Para este tipo de proceso se almacena entre 10 % y 11 % de humedad.

En la figura 15 se muestra el diagrama de flujo para el proceso de café natural.

Figura 15. Diagrama de flujo del proceso de café natural



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

2.4. Manejo actual de los residuos

La manipulación de los residuos en el beneficio húmedo de la cooperativa, es tema principal para evitar impactos negativos a los recursos hídricos y al suelo de la región debido a la cercanía del Lago de Atitlán.

“Aproximadamente del 100 % del peso del café cereza en el consumidor final, se aprovecha tan solo un 10 % en la extracción de una taza de café.”⁶ Esto responde a la existencia de un importante volumen de residuos en toda la cadena de valor. Al analizar este factor, se podría generar un valor agregado para ser fuente de ingreso en el sector caficultor. Los residuos de la cadena de valor del café son: pulpa, agua miel, cascabillo, tegumento y poso.

La pulpa se genera en la fase de despulpado en el beneficio húmedo, luego de ser movilizada por un tornillo sin fin, es depositada en la parte trasera de un camión, para movilizarla hacia el depósito final. Al momento de ingresar al camión, se encuentra una persona con equipo de seguridad adecuado: casco, lentes, botas y guantes, agregando óxido de calcio o cal. Al terminar con toda la etapa de despulpado, la pulpa pasa a ser depositada en una pila para su descomposición. Debido a los grandes volúmenes de pulpa se utilizan lombrices para acelerar el proceso de descomposición, dando como resultado lombricompost.

El agua miel es generada al momento de ser lavado el café posterior a su fermentación. Esta pasa a unos depósitos donde se agrega cal para bajar el pH. Por último, se bombea el agua miel, hacia plantaciones de café, reutilizándola y evitar contaminación directa o indirecta al recurso agua.

⁶ Cooperativa Coatitlán R.L. *Manual de beneficiado húmedo del café*. p. 28.

El cascabillo, se genera al momento de trillar el café pergamino. Al realizar el proceso de tostado y molido para venta en la cafetería, este residuo que se genera de trillar el grano, se dona a personas de la comunidad como uso de servicio en sus hogares; por ejemplo, en la crianza de aves de corral.

El poso de café se obtiene al extraer la esencia del café tostado y molido de una infusión dependiendo de sus diferentes métodos de preparación de una taza de café como: *french press*, *V60*, *quemex*, entre otros. En la cooperativa no se aplica ningún tipo de transformación a este residuo, debido a esto la comisión de cafetería lo dona a personas de la comunidad o es desechado a la basura.

Los residuos de café se clasifican en primarios y secundarios, según el proceso que haya sido generado. Los residuos primarios son aquellos generados durante el beneficiado húmedo, como: la pulpa y el agua miel. Y los residuos secundarios son los formados a partir del café pergamino hasta el consumidor final como: el cascabillo, tegumento y el poso de café

Para el control del volumen de residuos del proceso, no existe un método manual o mecánico para la cuantificación de los mismos en la cooperativa. Debido a esto se realizó el cálculo a partir de los rendimientos, desde café cereza a pergamino, 40 % pulpa, 18 % mucílago, 4,5 % cascabillo o cascarilla y 18 % agua.⁷

En la cooperativa se labora de lunes a domingo de 6:30 horas a 20:00 o 21:00 horas, dependiendo del volumen de café que ingrese para realizar el despulpado. Los días domingo se realiza únicamente lavado de café y control en el secado. El tiempo de cosecha depende de factores como: altitud, radiación solar, precipitación, vientos, entre otros. Para la región de Atitlán la cosecha

⁷ Cooperativa Coatitlán R.L. *Manual de beneficiado húmedo del café*. p. 13.

inicia el mes noviembre y finaliza el mes de marzo, variando el tiempo por el clima que acompaña cada cosecha.

Se monitoreó el ingreso diario de los diferentes volúmenes de café durante la cosecha en el beneficio húmedo, ya que los residuos como la pulpa no se pesan por su alto volumen de obtención, se realizó los cálculos según los porcentajes con base en el fruto cereza de café.⁸

En la cooperativa para la cosecha noviembre a marzo, se tuvo un total de 23 000 qq de café cereza y 4 500 qq para café pergamino. El rendimiento del café lavado para la cosecha fue de 5,11 resultado de un adecuado manejo agronómico y beneficiado húmedo controlado.

En la tabla III se observa los porcentajes y el peso en quintales de los residuos en el proceso de transformación en el beneficio húmedo. Estos resultados muestran el peso en quintales de la cosecha, donde existe un alto volumen de desecho, el más alto es la pulpa con 9 200 qq. Si este desecho se transformara de forma óptima, podría generar ingresos como un subproducto para la cooperativa.

⁸ Asociación Nacional del Café. *Manejo de subproductos del café*. p. 60.

Tabla III. **Residuos del proceso de café lavado**

Residuo del café	Porcentaje	Peso en quintales
Pulpa	40	9 200
Mucílago	18	4 140
Cascabillo	4,5	1 035
Pérdida de agua en el grano de café, después de ser secado	18,0	4 140

Fuente: elaboración propia.

2.5. Diseño de productos

Los altos volúmenes de residuos obtenidos de cada proceso de transformación de café, deben ser industrializados si se desea generar un impacto económico de beneficio para la cooperativa y disminuir el impacto negativo en el ambiente. Investigar y desarrollar nuevos productos es el medio para llevarlo a cabo.

Para el diseño de productos se utilizó como materias primas: pulpa, mucílago, poso y tegumento. Se elaboró dos tipos de infusión, portavasos y jabón orgánico de café. Al realizar el diseño de los nuevos productos se tomó en cuenta las siguientes etapas: desarrollo de la idea, evaluación de materia prima, estandarizar la formulación, evaluación sensorial y viabilidad económica.

2.5.1. Producto 1. Infusión de pulpa de café, obtenido del proceso no tradicional semi-lavado (*honey*)

Para el desarrollo de la infusión a base de pulpa de café, se analizó por medio de diferentes etapas: la formulación, la evaluación sensorial, el análisis de costos, la maquinaria y el equipo. Para ello se analizó la materia prima para este caso la pulpa, desde la etapa del corte hasta su deshidratación, así como los beneficios que se obtiene de la misma. Para orientar la información y estandarizar el proceso se debe conocer los conceptos de una infusión.

Se define a una infusión como: “bebida que se obtiene de diversos frutos o hierbas aromáticas, como: té, café, manzanilla, etc., introduciéndolos en agua hirviendo.” Otra fuente menciona que es: “una bebida obtenida de las hojas secas, partes de las flores o de los frutos de diversas hierbas aromáticas, a las cuales se les vierte o se los introduce en agua a punto de hervir en un recipiente.”⁹

Las dos definiciones presentan que una infusión es la elaboración de una bebida a partir de cualquier parte de un fruto o el fruto como tal y hierbas aromáticas. Aunque este tipo de definiciones causa cierta confusión la THIE (Tea and Herbal Infusions Europe), menciona que la diferencia entre el té y una infusión se refiere a plantas o sus partes que no procedan de la especie *Camellia Sinensis (L.) Kuntze*. Por ende, se puede catalogar a la pulpa deshidratada de café, como una infusión.

La pulpa como infusión tiene diferentes características que pueden ser de beneficio para múltiples campos en la industria. Esto aumenta el interés para su aprovechamiento creando un valor agregado a este residuo por sus diferentes compuestos químicos como: azúcares reductores, polifenoles, antocianinas y taninos, caracterizados por el color y la apariencia del fruto del cafeto.¹⁰

⁹ Diccionario de la Real Academia Española. *Infusión*. s/p.

¹⁰ Rathinavelu. *Posibles aplicaciones de los compuestos químicos purificados a partir de los subproductos del café*. p. 4.

“Algunos de los avances para el aprovechamiento de la pulpa son: la producción de biocombustible, alimento del consumo animal, bebidas, abonos orgánicos entre otros.”¹¹

Al extraer la pulpa del proceso de café lavado, donde el principal objetivo es eliminar el mucílago del grano, la pulpa entra en contacto con el agua, generalmente es agua recirculada debido a los beneficios tecnificados. El objetivo de estos es el ahorro de agua potable. Esto da como resultado un alto contenido de actividad microbiana en el agua y crea grandes cantidades de cargas orgánicas, no apto para consumo humano, utilizando la pulpa de este proceso como abono orgánico o en forma de compostaje.

Procesos como el café *honey*, donde el despulpado se realiza sin ningún contacto con agua, (despulpado en seco), si el manejo de la pulpa es de forma controlada e inocua, se consideraría darle un valor agregado diferente al de elaborar abono orgánico. Existen estudios realizados en la pulpa de café para identificar antioxidantes. Se asegura que la pulpa fresca o deshidratada de café tiene una capacidad antioxidante considerable en comparación con frutas como: arándanos y cerezas.

En un estudio mencionan otros compuestos en la pulpa de café, con base seca expresados en porcentajes como: fenoles libres (2,6), taninos (1,80 – 8.56), sustancias pépticas totales (6,5), azúcares reductores (12,4), azúcares no reductores (2,0), cafeína (1,3), ácido clorogénico (2,6) y ácido cafeico total (1,6). Compuestos fenólicos intervienen como antioxidantes naturales, estos son: carotenos, flavonoides, vitamina C y E, y otros fitoquímicos. Estos compuestos son considerados dentro de los alimentos funcionales.¹²

¹¹ *Ibíd.*

¹² Asociación Nacional del café. *Caracterización del café*. p. 68.

2.5.1.1. Formulación

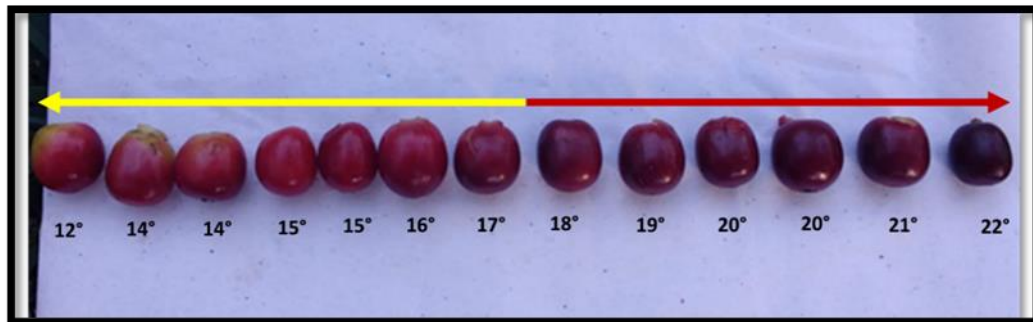
La pulpa se obtuvo del proceso de café *honey*, debido a su forma de despulpado en seco (sin contacto con agua) lo que minimiza la contaminación microbiana en la pulpa, para ser de grado alimenticio. La pulpa como materia prima se obtuvo de una parcela situada en el jardín de variedades, de la Cooperativa Coatitlán R.L. de la especie es *Coffea arábica* y variedad *Bourbon*.

Para iniciar con el proceso de transformación, previamente se realizó la identificación adecuada de grados Brix de café, según su coloración. Tomando en cuenta el rango adecuado para la cosecha entre 18 a 23 grados Brix.

La identificación de color se realizó con diferentes tonos de coloración del fruto de café cortado según su variedad, (figura 16). Se utilizó el refractómetro para determinar el contenido de grados Brix de cada fruto e identificar la coloración adecuada que corresponda al rango ideal. Para la variedad Bourbon, se observa que, aunque la coloración ideal sea el fruto con 16 Grados Brix con tono rojo claro, este presenta aparentemente un estado de madurez temprana. Al cosechar frutos con este tipo de coloración, incide en factores como pérdida en peso y en rendimiento, debido a que los frutos presentan un menor tamaño que los maduros.

Para el caso del fruto que presenta 18 grados Brix, hacia la derecha se encuentra en el rango ideal para su recolección. De modo que el tono ideal para esta variedad y su zona de crecimiento es de color rojo-intenso o corinto, coloración donde ha desarrollado sus características ideales, dando resultado de un manejo adecuado en operaciones como: el despulpado, secado y menores defectos ocasionados en su transformación.

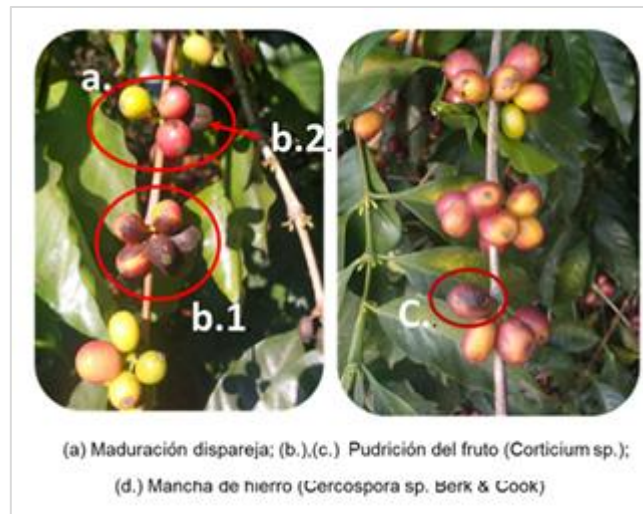
Figura 16. **Grados Brix de café cereza, variedad bourbon**



Fuente: elaboración propia, empleando Paint 2019.

En la figura 17 en el círculo “a”, se muestra el desarrollo de los frutos sin una maduración uniforme, causado por falta de nutrición adecuada; en el círculo “b.1” y “b.2” se muestra un hongo que provoca la coloración negra del tejido y la pérdida de la pulpa adhiriéndose a la semilla, como se muestra en el círculo “c”. Esto es el resultado del desequilibrio nutricional en plantas establecidas directamente al sol. Otras variables como deficiencias nutricionales en plantaciones con intensas aplicaciones de fungicidas con alta exposición lumínica.

Figura 17. **Frutos de café defectuosos por inadecuado manejo agronómico**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft PowerPoint 2019.

Para la obtención de la pulpa de café se realiza un proceso de transformación formado por diferentes etapas, las cuales inician desde la obtención de la materia prima hasta el secado. Las etapas del proceso de transformación son: recolección del fruto, muestreo, evaluación de Grados Brix, lavado y desinfección, despulpado en seco, control de rendimientos, deshidratación y almacenamiento.

- **Recolección del fruto**

La calidad de la pulpa depende principalmente de esta etapa. El corte se debe realizar desde la parte alta de la planta hacia abajo y de la parte central hacia las puntas de cada una de las ramas, para no dañar o quebrar las ramas principales o secundarias de las plantas. Esto evita dañar las hojas y causar estrés en la planta al no recolectar los granos que se encuentran en el suelo.

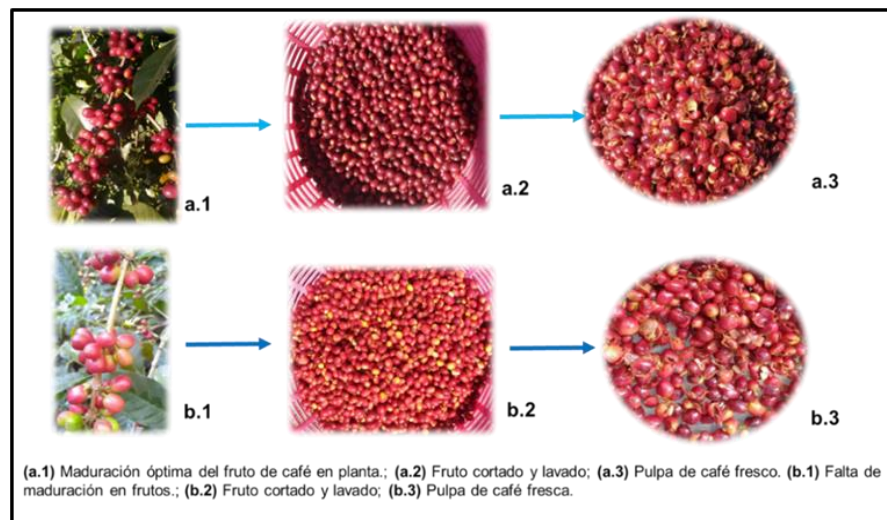
- Muestreo

Se tomó tres muestras de fruto de café (figura 18), con 2 kg cada una clasificándolas como: maduración ideal, maduración media y frutos verdes, para realizar un método comparativo.

- Medición de Grados Brix

Se utilizó el refractómetro portátil, para medir los Grados Brix, de las muestras al utilizar el promedio de diez frutos.

Figura 18. **Muestras de pulpa del fruto de café**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft PowerPoint 2019.

- Lavado y desinfección

Se realiza el lavado y desinfección de los frutos del café antes de ser despulpado a una concentración de 150 ppm de cloro, por un tiempo aproximado

de tres a cinco minutos para lograr una adecuada desinfección, con el objetivo de disminuir cualquier peligro de microorganismos en el fruto. Hay que tomar en cuenta la temperatura de la solución, debido a que el frío disminuye la eficacia.

- **Despulpado**

Esta operación es de tipo físico, y su objetivo es extraer la semilla del fruto cerezo y eliminar la pulpa o epicarpio. Para el despulpado se utilizó una despulpadora con capacidad de 700 Kg café cereza/hora.

- **Control de rendimientos**

La parcela proporcionada por la cooperativa (tabla IV), pertenece a la variedad *Bourbon*. Se realizaron siete cortes en total con una producción final de 367 Kg, (tabla V), y se monitoreó el deshidratado de la pulpa. Se tomó como referencia tres muestras en un deshidratador solar y tres muestras en un deshidratador de bandejas.

Tabla IV. **Características de parcela de café, Coatlán R.L.**

Especie	<i>Coffea arábica</i>
Variedad	Bourbon
Tamaño (m)	12,60 x 27,80
Surcos	22
Plantas promedio por surco	13
Plantas totales	276

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Producción total de parcela de café, Coatitlán R.L.**

Fruto y sus residuos	Kg	Lb	Porcentaje
Café cereza	367	809	100
Vano	13,0	29	4
Pulpa	154	339	43
Grano y mucílago	203	447	53

Fuente: elaboración propia.

- **Deshidratación**

Para observar el método de deshidratación del producto final y se adecue a la cooperativa, se llevó a cabo dos tipos de deshidratación, uno de forma natural o al sol, y deshidratación tecnificada que en este caso se realizó por medio de un deshidratador de bandejas por convección ubicado en los laboratorios de la FAUSAC.

Se utilizó el método de deshidratación ya que es un tratamiento físico, su aplicación se encuentra en función del contenido de agua del alimento, donde estos presentan una pérdida de agua, que reducen su volumen por transferencia de calor, convirtiendo el agua en vapor.

Se inhibe el crecimiento de enzimas y microorganismos que deterioran al alimento, por la disminución de la actividad del agua y no por la temperatura que alcanza el alimento, por medio de factores extrínsecos como: velocidad del aire, humedad relativa, temperatura del aire, recirculación del aire en el medio, tamaño y densidad del producto. Algunas propiedades conservadas en el producto final son: color, sabor, aroma, calidad alimentaria y humedad final.

Las muestras de pulpa se monitoreaban diariamente, realizando pruebas a diferente de espesor de las capas de pulpa y estandarizar el proceso. Esto se debe a que una partícula mientras menor sea su tamaño y sea expuesta a un espacio más amplio pierde peso más rápido y evita la formación de moho, por el alto contenido de agua en el producto a deshidratar, como se observa en la figura 19.

Figura 19. **Torres de deshidratación de pulpa de café**



Fuente: elaboración propia.

Los cambios que ocurren en la deshidratación de la pulpa, se deben a la composición del fruto y los factores externos a los que es expuesta. Al realizar la deshidratación de la pulpa fresca con una coloración roja, esta cambia dependiendo del estado de maduración a la cual fue recolectada. Conforme avanza el tiempo la coloración se torna más oscura, debido a que a la pulpa no fue aplicada ningún tipo de control químico. Este cambio de coloración se debe al pardeamiento enzimático presente en cualquier fruto por tener epicarpio o cáscara.

La pulpa al estar expuesta al oxígeno debido a la acción de enzimas como: fenolasas y cresolasas se convierten en difenoles cambiando su coloración roja como se ve en la figura 20, “a” a una coloración café oscura figura 20, “e”. Al momento del corte, el fruto de café deja de recibir alimento de la planta exponiéndose al oxígeno. Como consecuencia las enzimas dejan su sitio original y encuentran sustancias con las que no deberían unirse y por medio del oxígeno forman nuevas estructuras de color oscuras, como se ve en la figura 20, “d”.

Figura 20. **Cambios de coloración de pulpa de café**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft PowerPoint 2019.

Las fases del proceso para la obtención de la pulpa fresca de café desde el corte hasta las torres de deshidratación, se observan en la figura 21.

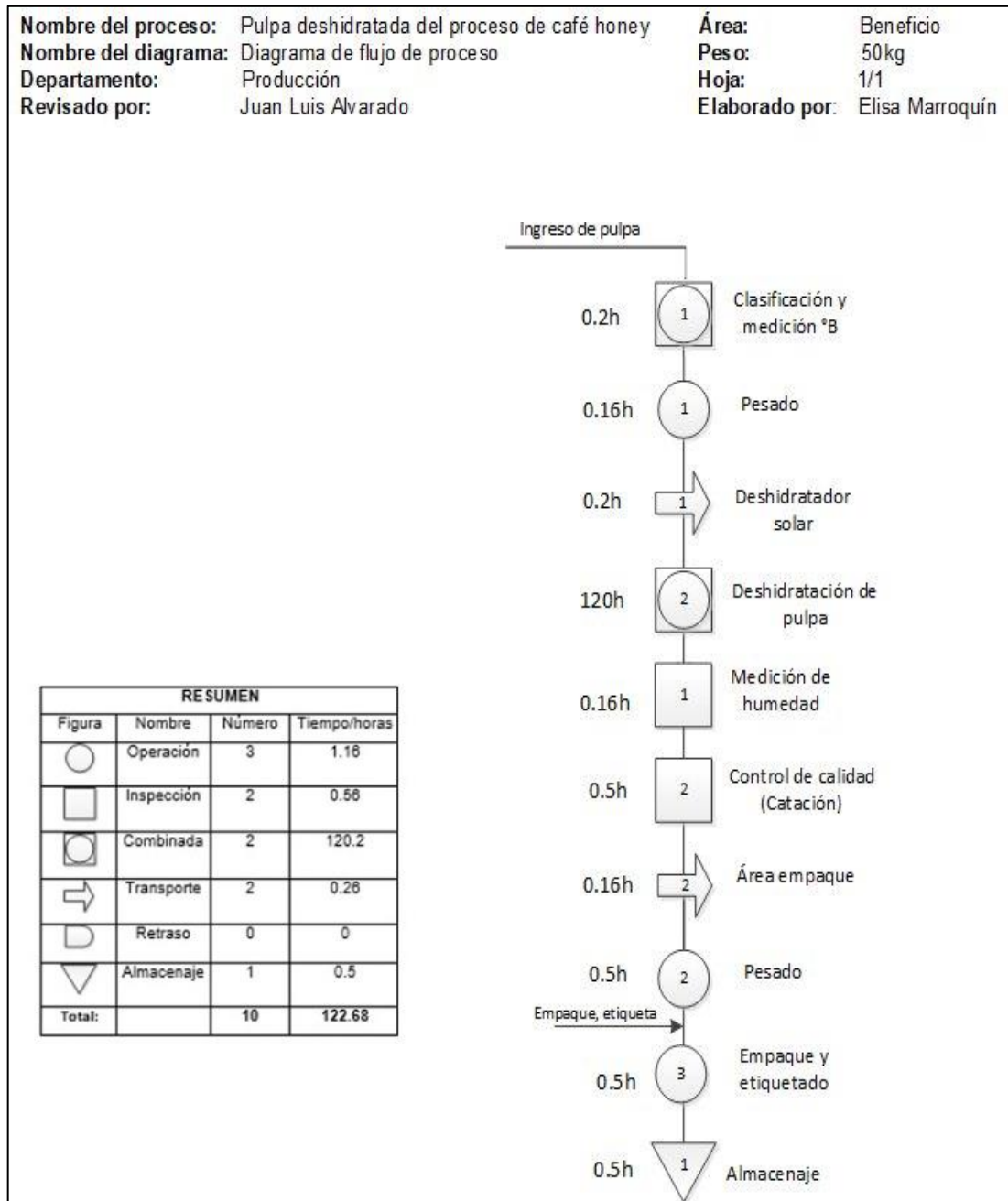
Figura 21. **Proceso de obtención de pulpa fresca de café**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft PowerPoint 2019.

En la figura 22 se muestra el diagrama de flujo de pulpa deshidratada de café, obtenido del proceso semi-lavado.

Figura 22. Diagrama de flujo de pulpa deshidratada de café



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

- Análisis microbiológico

Para determinar si el producto final cumple con los parámetros microbiológicos permitidos por el Reglamento Técnico Centroamericano -RTCA- se debe cumplir con ciertos parámetros para que el producto sea apto para consumo humano y continuar con las evaluaciones siguientes, como la evaluación sensorial realizando previamente un análisis microbiológico.

Los límites microbiológicos para un producto deshidratado están establecidos por el RTCA, clasificado en el subgrupo 14,5 como: té y hierbas para infusión. Se observa en la tabla VI.

Tabla VI. **Parámetros establecidos para té y hierbas de infusión RTCA**

14.5 Subgrupo del alimento: Té y hierbas para infusión						
Parámetro	Plan de muestreo				Límite	
	Tipo de riesgo	clase	n	c	m	M
<i>Escherichia coli</i>	C	2	5	0	< 3 NMP/ g	----
<i>Salmonella ssp/25 g</i>		2		0	Ausencia	----

Fuente: Reglamento Técnico Centroamericano. *Subgrupo del alimento: té y hierbas para infusión*. <https://www.mspas.gob.gt/images/files/drca/normativasvigentes/RTCAAditivosAlimentarios.pdf>.

32. Consulta: 12 de mayo de 2021.

Se realizaron cuatro evaluaciones microbiológicas, dos evaluaciones para analizar si el lavado se realizó de forma adecuada y los dos siguientes análisis la pulpa después de ser deshidratada.

Como se puede observar los resultados de la muestra A en la tabla VIII (ver página 63) la pulpa fresca dio ausencia tanto en *Escherichia coli* y en *Salmonella*,


esto muestra que existió una adecuada manipulación y lavado. Para la muestra del mismo lote A.1, pero deshidratada, los resultados son positivos tanto en *Escherichia coli* y en *Salmonella*. Para hongos y levaduras existe presencia de forma escasa.

Al analizar estos resultados se evaluaron todos los factores posibles a corregir, que incidieron en los resultados positivos, al ser colocada la pulpa fresca a deshidratar, como se muestran en la tabla VII.

Tabla VII. **Contaminación en pulpa de café por factores externos**

Contaminación	Causa	Imagen
Excremento de aves	Debido a que el invernadero necesita estar ubicado en un ambiente con viento y sol, existe presencia de árboles y la cercanía del lago, es el hábitat perfecto para todo tipo de aves. Por eso se debe realizar un invernadero con todas las medidas adecuadas.	
Moho	La acumulación excesiva de pulpa en un espacio determinado evita la deshidratación adecuada. Las primeras horas son las más críticas por el alto contenido de agua presente, generando así el ambiente ideal para el crecimiento de moho en la pulpa.	
Suelo	Si la estructura donde se realiza el deshidratado no está cerrada por completo, propicia entrada de flujo de aire el cual trae consigo partículas de tierra y contaminar la pulpa.	

Continuación de la tabla VII.

Presencia de insectos	Debido al contenido del mucílago presente en la pulpa, esta contiene un alto contenido de azúcares. Esto es alimento perfecto para el crecimiento de un hongo del cual el zompopo se alimenta. Por ende, existe presencia de este insecto.	
-----------------------	--	--

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft PowerPoint 2019.

Este tipo de contaminación externa dio como resultado la formación de bacterias arriba de los parámetros establecidos del consumo alimenticio, se observó en los resultados de la tabla VII. Al corregir este tipo de contaminación en la pulpa deshidratada, se realizó una segunda evaluación microbiológica.

La muestra B, pulpa fresca siguió con ausencia de *Escherichia coli* y en *Salmonella*; y para la muestra B.1, la pulpa deshidratada con las correcciones adecuadas dio como resultado ausencia de *Escherichia coli* y *Salmonella*. Para el caso de hongos y levaduras se corrigió el tema del volumen de pulpa y mayores movimientos diarios para el secado de la pulpa dando como resultado “sin desarrollo” hongos y levaduras.

Tabla VIII. **Resultados microbiológicos de pulpa de café**

Muestra	Estado de la muestra	Grupos indicadores		
		<i>Escherichia coli.</i>	<i>Salmonella</i>	Hongos y levaduras
A	Fresca	Ausencia	Ausencia	
A.1	Deshidratado	Presencia	Presencia	++
B	Fresca	Ausencia	Ausencia	
B.1	Deshidratado	Ausencia	Ausencia	-

Abundancia	Numero de colonias apreciadas (UFC * placa)	Interpretación
++++	250	Muy abundante
+++	150 - 100	Abundantes
++	80 - 50	Escasas
+	<50	Muy escasas
-	0 - 1	Sin desarrollo

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y aguas de Anacafé.

2.5.1.2. Evaluación sensorial

Se realizó un análisis sensorial para muestras establecidas y validarlas. Las evaluaciones sensoriales se utilizan para identificar, analizar e interpretar las propiedades o características de un producto, validado por los sentidos como herramientas de medición, considerando que un análisis de este tipo tiene dos orientaciones: al producto y al consumidor. Este tipo de análisis se clasifica en dos subgrupos: afectiva y analítica. Las pruebas afectivas orientadas al consumidor y las pruebas analíticas hacia el producto. Para su aplicación depende del tipo de producto a desarrollar ya sea nuevo o réplica. Al aplicar un análisis sensorial se evalúa la aceptabilidad de los consumidores y su vida útil.

Se realizó una prueba orientada al consumidor a través de una prueba de aceptabilidad por ordenamiento, con el objetivo de medir cuánto agrada o desagradaba el producto. También se utilizó una prueba orientada hacia el producto

al evaluar las características sensoriales por medio de un panel de expertos utilizando la escala de uno a diez.

Para que el análisis sensorial se realice adecuadamente se llevó a cabo una metodología para la validación de la infusión de pulpa y obtener datos certeros en la evaluación sensorial hacia el producto y al consumidor. El equipo que se utilizó para realizar la validación del método es: balanza analítica, cuchara, cronómetro, servilletas, vaso, escupidoras y tazas de porcelana.

El procedimiento debe validarse al comparar la metodología que propone la norma ISO 3103: método estandarizado para preparación de té y la AETI: Asociación Española de Té e Infusiones, que especifican un método estandarizado. A continuación, se presenta la metodología para el análisis sensorial de infusión de pulpa:

- Temperatura del agua: elevar la temperatura hasta los 95 °C, para la infusión.
- Medición: según la norma ISO 3103 muestra el procedimiento adecuado para preparar una taza de té, con la cantidad de 2 g de té por cada 100 ml. Según la AETI, para infusión es una cucharada por cada 200 ml.
- Tiempo de infusión: depende del fruto o hierbas que se desea preparar. Las infusiones de las diferentes flores necesitan entre cinco a seis minutos e infusiones de frutas entre ocho a diez minutos.
- Filtrar los sólidos: se debe eliminar los sólidos de las especies o frutos de las infusiones.

La validación de la metodología se realizó en el laboratorio de catación de ANACAFÉ, identificando los parámetros físicos y organolépticos en dos muestras de pulpa de café.

Para medir el contenido de humedad presente en la pulpa se utilizó un medidor de humedad marca Burrows, modelo DMC500, con una capacidad de 142 g (peso ideal). Se utilizó la escala de cacahuete que mide un rango de 1 % a 30 % de humedad.

Para identificar el peso estándar para la pulpa y conocer su humedad, se realizaron tres ensayos con 64 g, 55 g y 50 g. Se determinó 50 g de pulpa como el peso ideal para la lectura adecuada del contenido de humedad, al mantener la estabilidad en los resultados.

El total de sólidos disueltos, *Total Dissolved Solid (TDS)*, es la medida del contenido de sustancias orgánicas e inorgánicas encontradas en agua en forma molecular, ionizada, o en forma de suspensión midiéndose en ppm. Para identificar los sólidos totales en la infusión se utilizó un refractómetro para café negro, marca *Reichert*.

Para medir pH se utilizó papel tornasol para medir la concentración de iones hidrógenos, contenido en una sustancia o disolución. Esto depende de la lectura del papel basado en la coloración que dé el resultado final, como se observa en la tabla IX.

Tabla IX. **Métodos comparativos de infusión**

Muestra	Metodología	Humedad (en porcentaje)	Sólidos disueltos	pH	Tonalidad de coloración
A1	ISO 3103	3,3	0,45	5	Intenso
A2	AETI	3,3	0,21	6	Claro
B1	ISO 3103	5,3	0,44	5	Intenso
B2	AETI	5,3	0,36	6	Claro

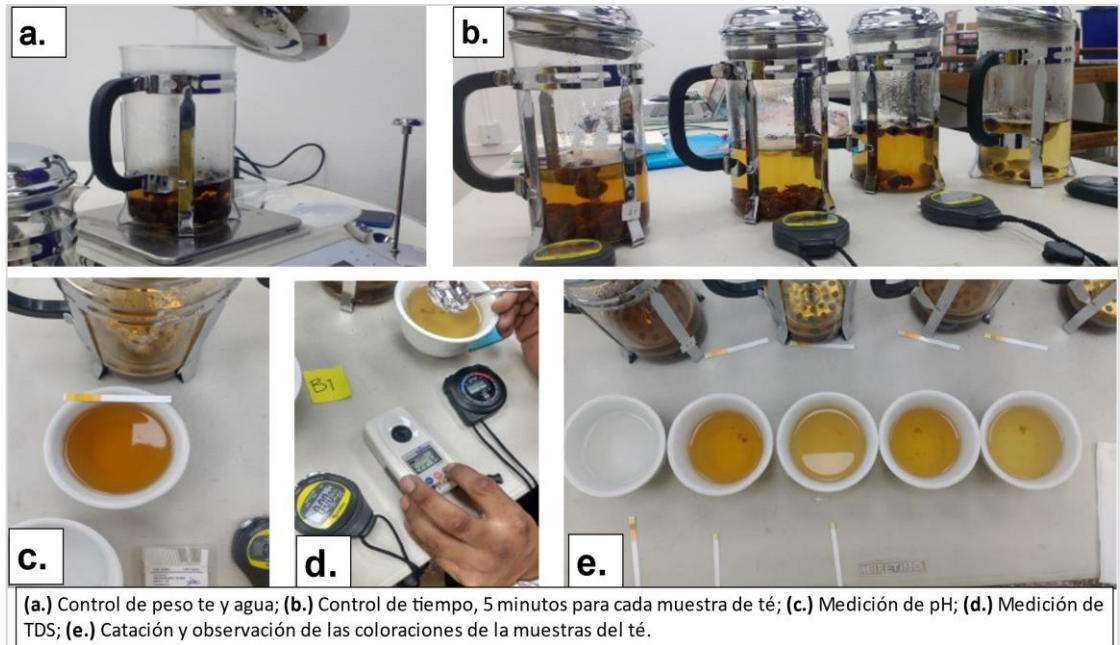
Fuente: elaboración propia.

El método de extracción se realizó a través de una prensa francesa que separa los sólidos de la infusión. El tiempo fue de cinco minutos para obtener la infusión y la temperatura del agua fue de 93 °C con un pH de siete.

La diferencia de humedad entre las muestras A y B se debe al proceso de deshidratación. Debido a que A fue sometido a un deshidratador mecánico a temperatura de 60 °C a 70 °C generando un proceso controlado, mientras que B fue deshidratador solar durante cuatro días con temperatura máxima de 43 °C.

Para poder validar una metodología primero se debe aprobar con la experimentación y cumplir con los parámetros que corresponden. Se utilizaron cuatro cronómetros para el control del tiempo en cada muestra, estas fueron expuestas a las mismas condiciones al ser evaluadas como se observa en la figura 23. Luego de ser analizadas se evaluaron los parámetros de las infusiones. Al ser comparados los dos métodos, como se ve en la figura 24, ambos cumplieron con el porcentaje de humedad ideal para una infusión de buena calidad con porcentaje menor al 7,00 %.

Figura 23. **Validación de metodología para infusión de pulpa de café deshidratada**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft PowerPoint 2019.

- Evaluación sensorial dirigido hacia el producto

Se desarrolló al utilizar una prueba descriptiva. En este tipo de prueba los jueces entrenados evalúan más de una característica de las muestras como: olor, sabor, textura, entre otros, según los atributos que se necesite evaluar de un producto como se puede observar en la tabla X.

Tabla X. **Escala de calificación final de las muestras**

Escala	Descripción
0	Rechazo
1 a 2,99	Malo
3 a 4,99	Regular
5 a 6,99	Bueno
7 a 8,99	Muy Bueno
9 a 10	Excelente


Fuente: elaboración propia.

En la tabla XI se muestra el formato desarrollado para la infusión de pulpa, donde muestra las escalas específicas para evaluar los primeros cuatro atributos en una escala de tres y el quinto atributo con una escala de cinco previamente descrita en el formato.

Como referencia se utilizó la estructura de los formatos de catación en café, orientando las características sensoriales a evaluar en la infusión de pulpa. Para ello se desarrolló una escala de diez puntos para la calificación final de las muestras.

Las características a evaluar en el formato de infusión son: aroma y fragancia (como una sola calificación), sabor, dulzura, acidez y apreciación general.

Tabla XI. Formato de evaluación-análisis hacia el producto

Catación: Té - Pulpa de café	<p>Proyecto EPS: "Desarrollo de nuevos productos a partir de los residuos del café, obtenidos de los métodos tradicionales y no tradicionales, en la Cooperativa Agrícola Integral Atitlán, El paraíso Tz'utujil, Coatlán R.L., Santiago Atitlán, departamento de Solalá con el apoyo de Anacafé.</p>	
Responsable del proyecto: Elisa Herclia Marroquín Cuque		Asesor ANACAFÉ: Juan Luis Alvarado - Catador Q Arábica Grader - Coordinador de Laboratorio de Catación y Tostaduría

Nombre catador:	
Fecha:	

Muestra	Escala: 0= Nulo 1= Leve 2= Medio 3= Intenso						Escala: 1= Malo 2= Regular 3= Bueno 4= Muy Bueno 5= Excelente	
1	Fragancia/ aroma	Sabor		Dulzura		Acidez	Ap. General	
Observaciones:								
Muestra	Escala: 0= Nulo 1= Leve 2= Medio 3= Intenso						Escala: 1= Malo 2= Regular 3= Bueno 4= Muy Bueno 5= Excelente	
2	Fragancia/ aroma	Sabor		Dulzura		Acidez	Ap. General	
Observaciones:								
Muestra	Escala: 0= Nulo 1= Leve 2= Medio 3= Intenso						Escala: 1= Malo 2= Regular 3= Bueno 4= Muy Bueno 5= Excelente	
3	Fragancia/ aroma	Sabor		Dulzura		Acidez	Ap. General	
Observaciones:								
Muestra	Escala: 0= Nulo 1= Leve 2= Medio 3= Intenso						Escala: 1= Malo 2= Regular 3= Bueno 4= Muy Bueno 5= Excelente	
4	Fragancia/ aroma	Sabor		Dulzura		Acidez	Ap. General	
Observaciones:								
Muestra	Escala: 0= Nulo 1= Leve 2= Medio 3= Intenso						Escala: 1= Malo 2= Regular 3= Bueno 4= Muy Bueno 5= Excelente	
5	Fragancia/ aroma	Sabor		Dulzura		Acidez	Ap. General	
Observaciones:								
Muestra	Escala: 0= Nulo 1= Leve 2= Medio 3= Intenso						Escala: 1= Malo 2= Regular 3= Bueno 4= Muy Bueno 5= Excelente	
6	Fragancia/ aroma	Sabor		Dulzura		Acidez	Ap. General	
Observaciones:								
Muestra	Escala: 0= Nulo 1= Leve 2= Medio 3= Intenso						Escala: 1= Malo 2= Regular 3= Bueno 4= Muy Bueno 5= Excelente	
7	Fragancia/ aroma	Sabor		Dulzura		Acidez	Ap. General	
Observaciones:								

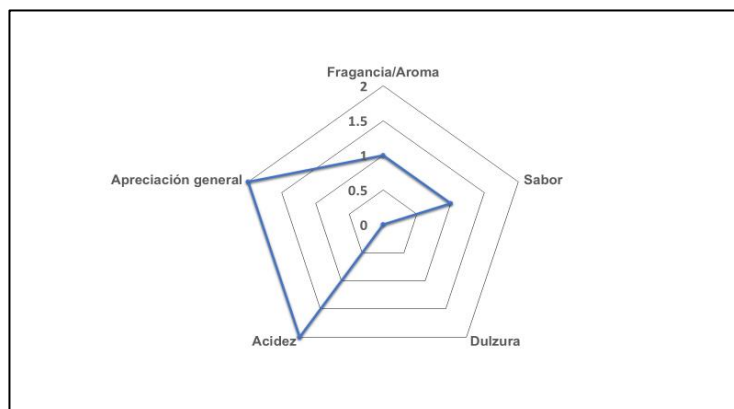
Fuente: elaboración propia.

- Evaluación sensorial hacia el producto

Para realizar la evaluación sensorial participaron tres catadores certificados de café. El lugar que se utilizó para esta evaluación fueron las instalaciones del área de catación.

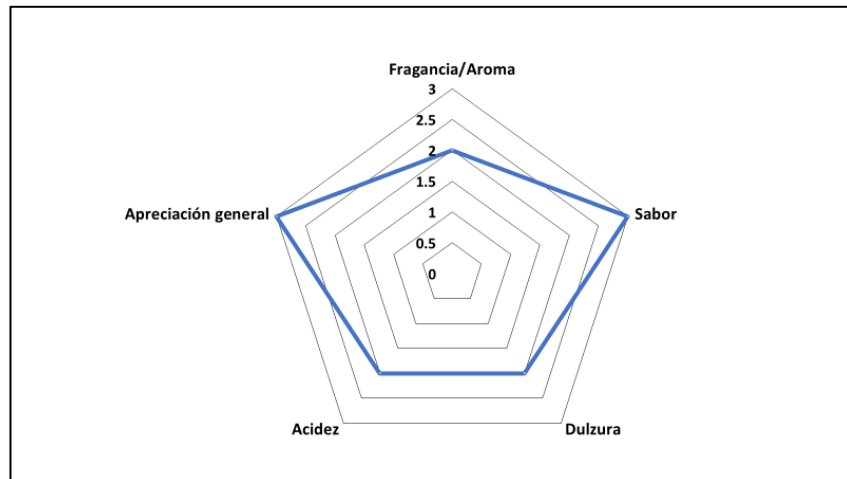
La evaluación sensorial inició con las muestras uno, dos y tres; para definir las características organolépticas que la muestra adquirió. Esto según su maduración, sin variar el proceso de deshidratación de forma solar. Al comparar las primeras tres muestras, se puede observar que en la muestra dos, el polígono es más uniforme que la muestra uno y tres, es decir, existe un equilibrio entre sus características organolépticas. Esto respalda la calificación final de los jueces entrenados con 7.20 calificándolo como muy bueno según la escala de la tabla X (ver página 68). A continuación, se presentan los resultados por medio de gráficos que muestran la ponderación a cada característica organoléptica evaluada.

Figura 24. **Muestra 1 de pulpa de café deshidratada de forma solar, desequilibrio en sus atributos. Ácidos prominente**



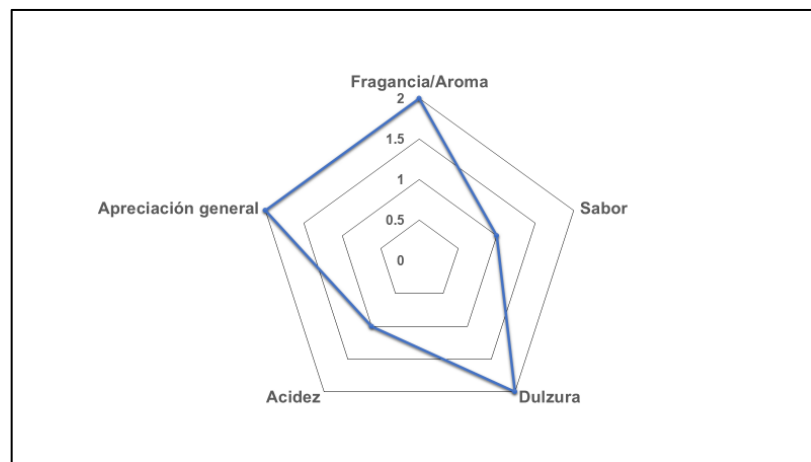
Fuente: elaboración propia.

Figura 25. **Muestra 2 de pulpa de café deshidratada de forma solar, atributos equilibrados**



Fuente: elaboración propia.

Figura 26. **Muestra 3 de pulpa de café deshidratada de forma solar, desequilibrio en sus atributos. Dulzura y fragancia prominente**

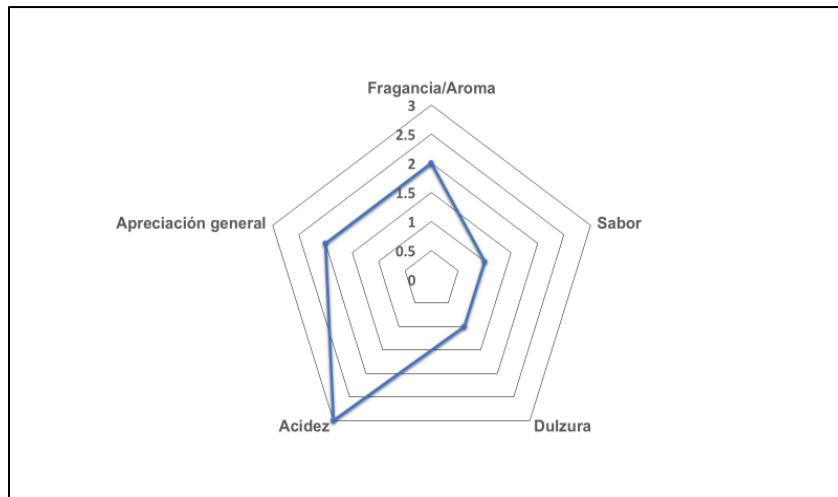


Fuente: elaboración propia.

Se continuó la evaluación con las muestras cuatro, cinco y seis, de los mismos lotes que las muestras uno, dos y tres, variando el método a deshidratación mecánica. Esto con el objetivo de verificar si existe diferencia sensorial entre los procesos de deshidratación. Como se ve en la gráfica de la figura 27, la muestra cinco presenta un polígono más uniforme con el punteo más alto de 8,47.

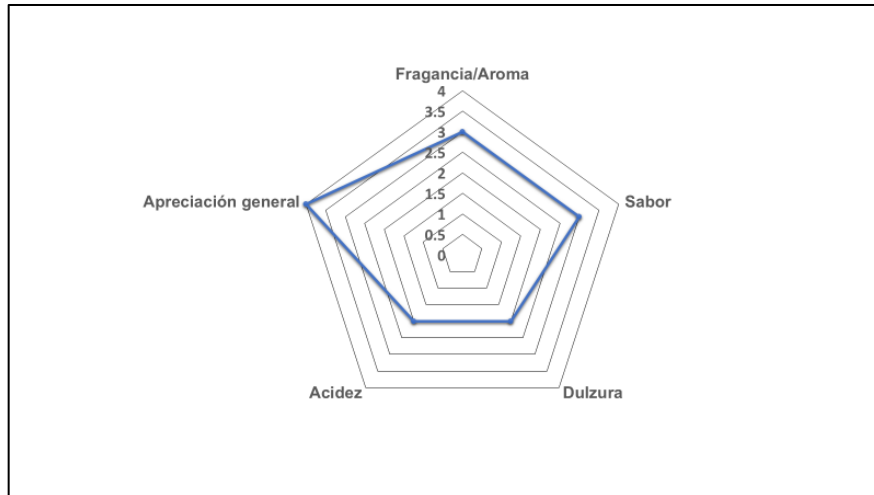
Entre las características de mayor intensidad son fragancia, aroma y sabor, así como un equilibrio entre dulzura y acidez, dando resultado, de una apreciación general de cuatro en su escala. En el caso de la muestra cuatro en la figura 27, su característica predominante es acidez y un puntaje final de 5,47. Por último, en la figura 29 predominó la dulzura y una calificación final de 6,13.

Figura 27. **Muestra 4 de café deshidratado por medio mecánico, desequilibrio en sus atributos. Ácidoz prominente**



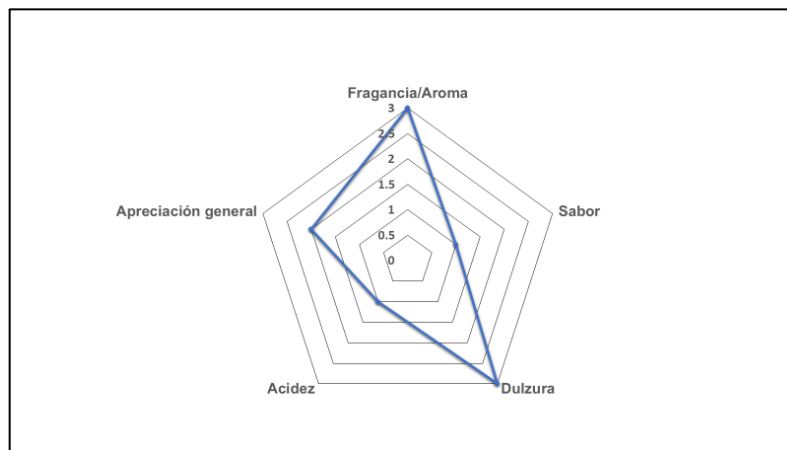
Fuente: elaboración propia.

Figura 28. **Muestra 5 pulpa de café deshidratada por medio mecánico, atributos equilibrados**



Fuente: elaboración propia.

Figura 29. **Muestra 6 de café deshidratado por medio mecánico, desequilibrio en sus atributos. Dulzura y fragancia prominente**



Fuente: elaboración propia.

Al comparar ambos análisis, se observan comportamientos similares en la forma de los polígonos en las muestras uno y cuatro; dos y cinco; por último, tres y seis. Al analizar las calificaciones finales, los punteos son mayores en la segunda evaluación. Sus características organolépticas se perciben mejor con la deshidratación mecánica, aunque la diferencia en los puntos no es significativa.

Otro ejemplo claro son las muestras dos y cinco, estas fueron las calificaciones más altas en ambas evaluaciones. Es decir, aunque exista un polígono más uniforme en ambos, las características organolépticas se perciben con mayor intensidad en la segunda evaluación. Como consecuencia el proceso al cual se somete la pulpa si influye en el resultado final, esto se puede observar en los resultados finales en la tabla XII.

Tabla XII. **Resultados de la evaluación sensorial hacia el producto**

Descripción	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6
Fragancia/Aroma	1	2	2	2	3	3
Sabor	1	3	1	1	3	1
Dulzura	0	2	2	1	22	3
Acidez	2	2	1	3	2	1
Apreciación general	2	3	2	2	4	2
Sub-total	17,33	26	24	27,33	41,33	30,67
Calificación final	3,47	7,20	4,8	5,47	8,27	6,13

Fuente: elaboración propia.

- Evaluación sensorial hacia el consumidor

Para realizar el análisis sensorial dirigido hacia el consumidor, se colocaron las muestras en recipientes codificados de forma aleatoria. Como se puede

observar en la tabla XIII, se muestra la codificación de seis muestras que fueron presentadas a los jueces no entrenados para su evaluación. Se presentó el primer análisis, con tres muestras para ser evaluadas, mostrando cuál es más aceptable para el consumidor sin variar el método.

Tabla XIII. **Códigos de prueba de aceptabilidad**

Código	Método	Maduración	°Brix
A543	Sol	Camague	14
A492	Sol	Normal	17
A734	Sol	Óptimo	19
B512	Mecánico	Camague	14
B345	Mecánico	Normal	17
B952	Mecánico	Óptimo	19

Fuente: elaboración propia.

Las características organolépticas a ser evaluadas se derivan de la maduración del fruto principalmente por su coloración, y estas son: camagüe es donde el grano no ha alcanzado la maduración óptima; maduración normal es la muestra que se obtuvo en un corte como comúnmente se recibe en el beneficio húmedo y la maduración óptima es donde el grano alcanzó su maduración ideal.

La evaluación sensorial se realizó con 30 jueces no entrenados con el apoyo del personal de la cooperativa y consumidores en la cafetería, como se puede observar en la figura 30. Esta prueba de aceptabilidad es por ordenamiento, y tiene como objetivo identificar la muestra de mayor gusto al consumidor a la que menos fue de su agrado. Se mostró a los panelistas tres muestras con un código establecido. Para esta evaluación se presentaron los códigos A543, A492 y A734, sin variar el método de deshidratación solar.

Figura 30. **Jueces no entrenados en prueba de aceptabilidad**





Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft PowerPoint 2019.

El resultado de la evaluación al utilizar la boleta de la tabla XIII (ver página 75), fue la muestra A492 obtuvo la mayor aceptabilidad con 25 panelistas, la segunda fue A543 con tres panelistas y la muestra con menor aceptabilidad fue la A734 con dos panelistas. Con un nivel de significancia del 1,00 %, este fue el mínimo para la muestra de mayor aceptación con 23 aciertos al utilizar tres muestras. La aceptación de la muestra A492 se debe a que el consumidor prefirió el equilibrio entre acidez y dulzura, a diferencia de la muestra A543 donde la acidez es más pronunciada y la muestra A734 la dulzura predomina.

La segunda evaluación sensorial para el primer producto (infusión de pulpa de café), se realizó nuevamente con consumidores potenciales. Se les proporcionó a los panelistas tres muestras con un código establecido de la tabla XIII (ver página 75). Para esta evaluación se presentaron los códigos B512, B345 y B952. En esta evaluación se varió el método por deshidratación mecánica.

Figura 31. **Ficha de análisis sensorial-prueba de aceptabilidad**

Universidad San Carlos de Guatemala	Fecha: _____	 
Evaluación sensorial	Edad: _____	
	Sexo: F <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	
<p>A continuación se le presentan tres muestras de té, con su respectivo código en el orden indicado. Asigne el valor de 1 a la muestra con sabor mas aceptable; 2 a la muestra que le siga; y 3 a la muestra con sabor menos aceptable. Evite asignar el mismo valor a dos muestras.</p>		
	Código	Rango asignado
	_____	_____
	_____	_____
	_____	_____
<p>Comentarios: _____</p>		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft PowerPoint 2019.

El resultado de la evaluación al utilizar la boleta de la tabla XIII (ver página 75), la muestra B345 obtuvo la mayor aceptabilidad con 23 panelistas, la segunda fue B952 con cinco panelistas y la muestra con menos aceptabilidad fue la B512 con dos panelistas, con un nivel de significancia del 1,00 % al utilizar tres muestras. La aceptación de la muestra B345 se debe a que el consumidor prefirió el equilibrio entre acidez, dulzura y un sabor más pronunciado, a diferencia de la muestra B952 donde la acidez es más pronunciada y la muestra B512 la dulzura predomina.

El tercer análisis sensorial se realizó para definir si existe una diferencia de aceptación del consumidor ante las dos muestras de mayor aceptabilidad A492 y B345. Estas muestras provienen del mismo lote, pero con diferente proceso de deshidratación solar y mecánico. Se les proporcionó a los 30 panelistas las dos muestras con los códigos correspondientes.

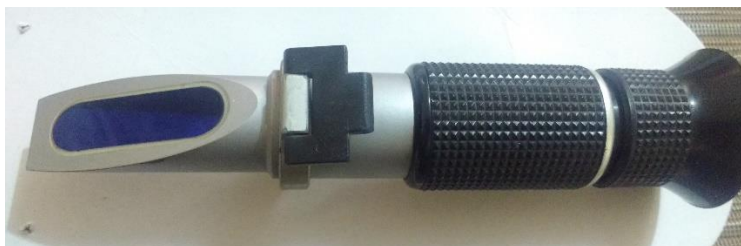
El resultado de la evaluación al utilizar la boleta de evaluación explica que la muestra B345 obtuvo la mayor aceptabilidad con 26 panelistas, la muestra con menos aceptabilidad fue A492 con cuatro panelistas. Con un nivel de significancia del 1,00 % al utilizar dos muestras, un mínimo de aceptación de 22 panelistas. La aceptación de la muestra B345 se debe a que el panelista percibió el aroma más pronunciado y los sabores más marcados, a diferencia de la muestra A492, es decir, el proceso de deshidratación si influye en las características organolépticas del producto final.

2.5.1.3. Maquinaria y equipo

La Cooperativa Coatitlán cuenta con la maquinaria y equipo necesario para la elaboración de la pulpa de café deshidratada refractómetro portátil, despulpadora manual, pesa, balanza analítica y deshidratador solar. Para el caso del deshidratador mecánico es el único equipo ubicado en la Facultad de Agronomía, en la Universidad San Carlos de Guatemala.

Se utilizó un refractómetro portátil marca óptika (HR-120 Brix 0-32 %), para medir los Grados Brix del fruto de café.

Figura 32. **Refractómetro portátil 0-32 Grados Brix**



Fuente: elaboración propia.

Despulpadora manual, se utilizó para realizar la operación del despulpado en seco a menor escala de volumen. La marca es Jotagallos, con una capacidad de 700 Kg café cereza/hora.

Figura 33. **Despulpadora manual**



Fuente: elaboración propia.

Se utilizó una pesa para medir la cantidad de café cosechado y la balanza analítica se utilizó para las pruebas de muestreo. La pesa tiene capacidad mínima de dos onzas y capacidad máxima de 33 libras. La balanza analítica es de marca “Rhino” con una capacidad mínima de 10 g y una capacidad máxima de 3 Kg.

Figura 34. **Pesa y balanza analítica**



Fuente: elaboración propia.

Para el deshidratado de la pulpa se utilizó un deshidratador solar, que está formado por cuatro torres de madera con una altura de 2,34 m con diez cajones colocando cinco de cada lado de la torre y un espacio de 0,4 m entre ellas. Los cajones tenían fondo de malla plástica por el alto contenido de agua de la pulpa y su tamaño fue de 0,94 m x 0,57 m x 0,07 m. El espesor de la capa de la pulpa fue de 2,00 cm con un peso total de 2,27 Kg las cuales fueron colocadas con un guante evitando contaminar el producto fresco, ver figura 35.

Figura 35. **Deshidratador solar**



Fuente: elaboración propia.

- El deshidratador mecánico modelo T45H45.588, serie I0406-0, controla temperaturas no excediendo los 232 °C, es el único equipo que no está ubicado en la cooperativa, este equipo pertenece al Laboratorio de Alimentos de la Facultad de Agronomía, de la Universidad San Carlos de Guatemala, para medios de investigación, como se puede observar en la figura 36.

Figura 36. **Deshidratador mecánico**



Fuente: elaboración propia.

2.5.1.4. Costos

El desarrollo y elaboración de costos para la producción de la pulpa deshidratada, se definen según los costos de producción y administrativos. La pulpa deshidratada al ser un producto sin preservantes y ser clasificado como infusión, sus costos están representados en la infraestructura, maquinaria y el área administrativa. Para ello los costos de producción se dividen en costos fijos y variables.

Los costos están calculados para producir 86 kilos de pulpa deshidratada por producción, en presentación de 220 g. Para el caso de los costos variables, la pulpa fresca tiene un costo de Q 0,50 / kg, atribuyendo este monto al transporte que implica la movilización después de su obtención en el proceso del café semi-lavado, pasando la pulpa de ser residuo a ser manipulada como materia prima y ser transformada en un subproducto.

El costo de mano de obra fue calculado con base al salario agrícola de Q 11,27 por hora y Q 90,00 por día, el tiempo de secado promedio es de cinco a seis días y un día de empaque y etiquetado. Con un total de Q 1 664,62 para los costos variables, como se observa en la tabla XIV.

Tabla XIV. Costos variables para producir 86 kilos de pulpa deshidratada de café

Nombre	Unidad de medida	Precio unitario (Q)	Cantidad	Total (Q)
Pulpa fresca	Kilogramo	0,50	431	215,50
Etiqueta	Unidad	0,30	392	117,60
Empaque	Unidad	1,56	392	611,52
Mano de obra	Operario por día	90,00	8	720,00
Total				1 664,62

Fuente: elaboración propia.

Los costos fijos se refieren a la maquinaria y equipo para la producción de 86 kilos de pulpa deshidratada. Para el análisis de costos se muestra el total de depreciación con un total Q 2 103,10 como se puede observar en la tabla XV.

Tabla XV. **Costos fijos para la producción de 86 kilos de pulpa de café deshidratada**

Maquinaria y equipo	Capacidad	Costo unitario	Depreciación anual
Despulpadora manual	6-8 quintales	5 900,00	590,00
Secador solar tipo invernadero	100 kg de pulpa fresca	20 000,00	1 000,00
Balanza analítica	2,5 kg	150,00	15,00
Mesa inox	1,22 m X 0,5 m	2 132,00	213,20
Refractómetro	0-32°Brix	349,00	34,90
Selladora	18 pulgadas	2 500,00	250,00
Total			2 103,10

Fuente: elaboración propia.

Los costos administrativos se analizaron con base en los elementos que no dependen del volumen de producción, como el agua, la energía eléctrica, promoción, entre otros. Esto se puede observar en la tabla XVI, con un total de Q 330,00.

Tabla XVI. **Costos administrativos para producir 86 kilos de pulpa de café deshidratada**

Gastos administrativos	Área	Costo mensual
Agua	Producción	Q 30,00
Energía eléctrica	Producción	Q 50,00
Promoción	Marketing	Q 50,00
Gasolina	Producción	Q 25,00
Equipo para inocuidad del proceso	Producción	Q 75,00
Limpieza	Producción	Q 100,00
Total		Q 330,00

Fuente: elaboración propia.

El costo total para producir 413 bolsas de pulpa deshidratada de 220 g cada una es de Q 3 980,41 con un precio de venta de Q 18,00 y un total en ventas de Q 7 057,64. Tiende a una rentabilidad del 77,00 % y una utilidad de Q 3 077,22.

2.5.1.5. Producto final

Este producto por ser pulpa de café deshidratada y de tipo alimenticio debe conservar sus características organolépticas desde su empaque hasta el consumidor final, para evitar su contaminación microbiológica y mantener la vida útil del producto. Por motivos de mercadeo e ingreso de un producto nuevo, se propone una bolsa transparente para que la pulpa deshidratada sea visible y llame la atención del consumidor, con zíper ziploc de fácil uso y peso de 220 g, ver figura 37.

Figura 37. **Pulpa de café deshidratada a partir del proceso no tradicional honey, peso 220g**



Fuente: elaboración propia.

Se utilizó una bolsa de tipo polipropileno debido a que el producto es sensible a la humedad, y esta impide la contaminación del producto por agentes microbiológicos que alargan su vida útil.

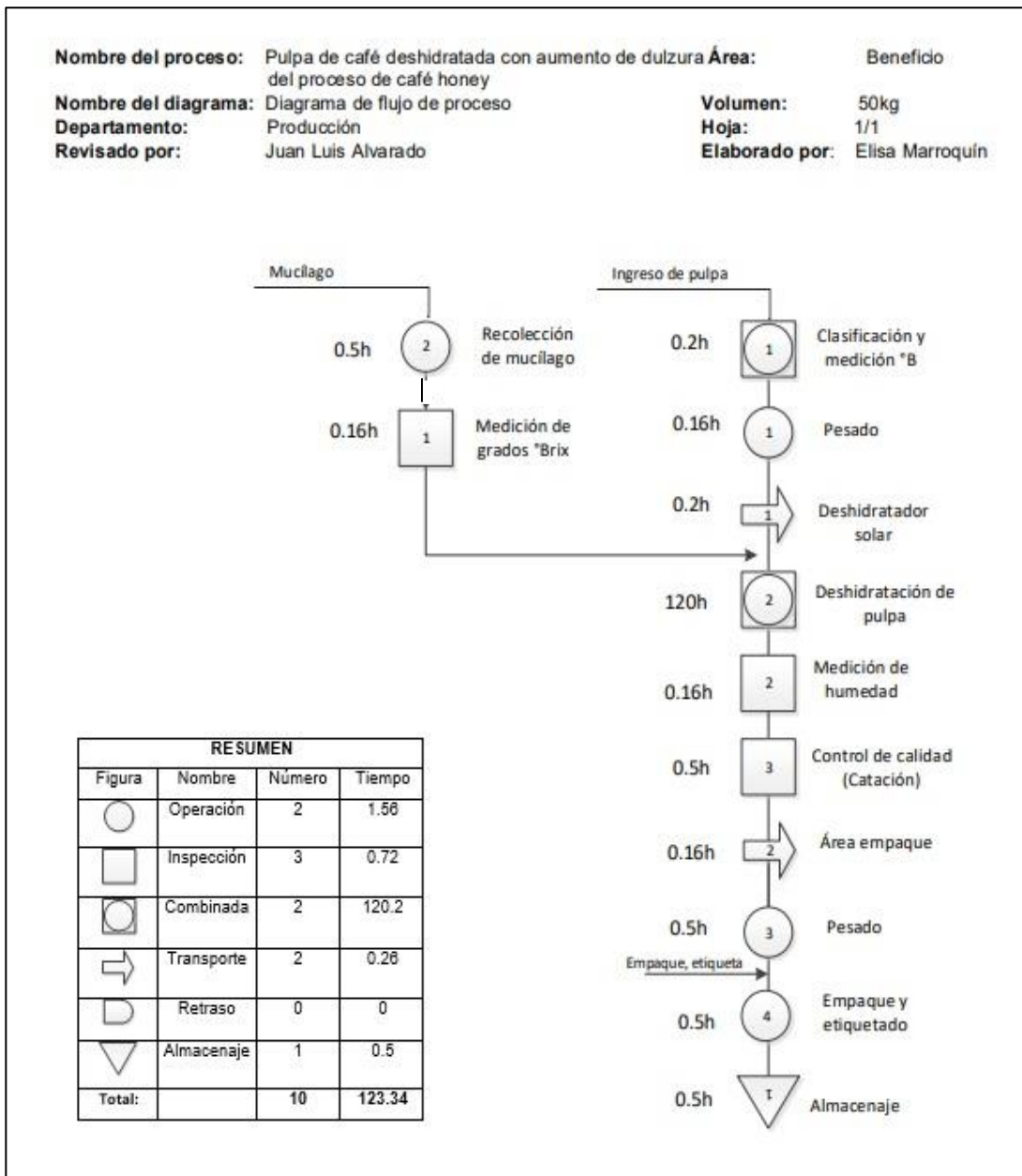
2.5.2. Producto 2. Infusión de pulpa a partir del proceso no tradicional semi-lavado (*honey*), con aumento de dulzura

Para el proceso de transformación de este producto, la diferencia con respecto al producto 1, fue modificar el factor dulzura. Esta característica de crear un sabor dulce al paladar fue utilizando el mucílago del café, demostrando sus características en el análisis microbiológico y en la evaluación sensorial.

2.5.2.1. Formulación

Para el proceso de este producto se realizaron dos operaciones más que en el producto 1, se recolectó y agregó el mucílago a la pulpa fresca para que en la etapa de deshidratado el mucílago pudiera ser absorbida por la pulpa, aumentando el atributo de dulzura y ser evaluado en el análisis sensorial del producto final. En la figura 38, se muestran las etapas del proceso.

Figura 38. **Diagrama de flujo del proceso de pulpa de café para infusión, con aumento en la concentración de Grados Brix**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

- Obtención del mucílago

El mucílago se obtiene al momento de realizar el despulpado en seco en el proceso de café *honey*. Se midió el pH del mucílago verificando en que rango se encuentra: ácido o básico. Para obtener un resultado con el parámetro adecuado de Grados Brix se mantuvo un control estricto al momento de la recolección del fruto de café.

- Medición de Grados Brix

Los Grados Brix del mucílago del café se midieron con un refractómetro, esto se llevó a cabo al momento de la recolección del fruto cereza del café, utilizando una gota de miel esparciéndola en el lente del refractómetro, observando a contraluz y tomando lectura del resultado.

- Deshidratación

Debido a la alta exposición de humedad por la absorción del mucílago en la pulpa de café, al momento de ser colocada en las torres de deshidratación, cada parte de pulpa debe ser expuesta a una menor área de contacto con las otras partes evitando la proliferación de hongos o moho, colocando 12.5 Kg por torre, con un total de 120 horas para alcanzar la humedad adecuada en la pulpa.

Para verificar si el proceso de la pulpa fue adecuado, se evaluaron aspectos microbiológicos como: *Salmonella*, mohos, levaduras, entre otros y verificar si el producto cumple los límites establecidos por el RTCA (ver tabla VI, página 60).

Se realizaron cuatro evaluaciones microbiológicas dos evaluaciones verificando si el lavado se realizó de forma adecuada y las dos siguientes con la pulpa deshidratada.

Se puede observar en los resultados en la tabla XVII, la muestra C al evaluar la pulpa en estado fresco, dio como resultado ausencia tanto en *Escherichia coli* y en *Salmonella*. Lo que asegura que existió una adecuada manipulación y lavado. En la muestra C.1 del mismo lote, pero deshidratada, los resultados son positivos tanto en *Escherichia coli* y *Salmonella* como en hongos y levaduras. Al analizar estos resultados se evaluaron todos los factores posibles a corregir. Ver la tabla XVII.

Al corregir este tipo de contaminación en la pulpa deshidratada, se realizó una segunda evaluación microbiológica. La muestra D, pulpa fresca siguió con ausencia de *Escherichia coli* y *Salmonella*; y para la muestra D.1 pulpa deshidratada con las correcciones adecuadas de las contaminaciones externas dio como resultado ausencia de estos.

Para el caso de hongos y levaduras se corrigió el volumen de pulpa y los movimientos diarios del epicarpio se dieron con mayor frecuencia al día, para el deshidratado de la pulpa dando como resultado “sin desarrollo” de hongos y levaduras.

Tabla XVII. **Resultados microbiológicos de pulpa de café producto 2**

Muestra	Estado de la muestra	Grupos indicadores		
		<i>Escherichia coli.</i>	<i>Salmonella</i>	Hongos y levaduras
C	Fresca	Ausencia	Ausencia	
C.1	Deshidratado	Presencia	Presencia	+++
D	Fresca	Ausencia	Ausencia	
D.1	Deshidratado	Ausencia	Ausencia	-

Abundancia	Numero de colonias apreciadas (UFC * placa)	Interpretación
++++	250	Muy abundante
+++	150 - 100	Abundantes
++	80 - 50	Escasas
+	<50	Muy escasas
-	0 - 1	Sin desarrollo

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y aguas de Anacafé.

2.5.2.2. Evaluación sensorial

En la evaluación sensorial para el producto, dirigido hacia el consumidor se utilizaron seis muestras codificadas de forma aleatoria, como se puede observar en la tabla XVIII. Se presentaron las primeras tres muestras a los consumidores potenciales para evaluar que muestra es más aceptable sin variar el método de deshidratación. Para aumentar la dulzura se les agregó a las muestras el mucílago con 17 Grados Brix, para que la pulpa absorbiera la misma durante el proceso de deshidratación.

Tabla XVIII. **Códigos de prueba de aceptabilidad**

Código	Método	Maduración	°Brix
C615	Sol	Camague	15
C721	Sol	Normal	17
C598	Sol	Optimo	19
D152	Mecánico	Camague	15
D327	Mecánico	Normal	17
D218	Mecánico	Optimo	19

Fuente: elaboración propia.

- Las características organolépticas que se derivan de la maduración del fruto del café como de los sabores que pueden crearse al añadir el mucílago, fueron evaluadas en el análisis sensorial. Se realizó con 30 jueces no entrenados, presentándoles tres muestras con un código establecido. Para esta evaluación se presentaron los códigos C615, C721 y C598. El resultado de la evaluación al utilizar la boleta de la figura 31, la muestra C615 obtuvo la mayor aceptabilidad con 24 panelistas; la segunda fue C598 con cuatro panelistas; y la muestra con menos aceptabilidad fue la C721 con dos panelistas, con un nivel de significancia del 1,00 %.
- La aceptación de la muestra C615 se debe a que el consumidor percibió sabores más marcados, a diferencia de la muestra C598 percibieron la fragancia más pronunciada de las otras dos muestras, pero con sabores menos agradables que la muestra anterior; y la muestra C721 fue la de menor aceptabilidad al sentir sabores insípidos para el consumidor.

- La segunda evaluación sensorial, se realizó nuevamente con consumidores potenciales. Se les proporcionó a los panelistas tres muestras con un código establecido de la tabla XVII (ver página 90). Para esta evaluación se presentaron los códigos D152, D327 y D218. En esta evaluación se varió el método por deshidratación mecánica.
- El resultado de la evaluación al utilizar la boleta de la figura 31 (ver página 77), la muestra D152 obtuvo la mayor aceptabilidad con 23 panelistas; la segunda fue D327 con cuatro panelistas y la muestra con menos aceptabilidad fue la B512 con tres panelistas, con un nivel de significancia del 1,00 % al utilizar tres muestras. La aceptación de la muestra D152 se debe a que el consumidor percibió un equilibrio entre acidez, dulzura y un sabor más pronunciado; en la D327 la acidez y la dulzura se percibió, pero los sabores no eran tan agradables como en el anterior; y en la muestra D218 se percibió una dulzura más marcada, pero con acidez pronunciada percibiéndose insípido.
- El tercer análisis sensorial se realizó para definir si existe una diferencia de aceptación del consumidor ante las dos muestras de mayor aceptabilidad C615 y D152. Estas submuestras provienen de la misma muestra, pero con diferente proceso de deshidratación: solar y mecánica. Se les proporcionó a los 30 jueces no entrenados las dos muestras con los códigos correspondientes.
- El resultado de la evaluación al utilizar la boleta de la figura 31 (ver página 77), se obtuvo que la muestra C615 obtuvo la mayor aceptabilidad con 27 panelistas, la muestra con menos aceptabilidad fue D152 con tres panelistas. Con un nivel de significancia del 1,00 % al utilizar dos muestras, un mínimo de aceptación de 22 panelistas. La aceptación de la muestra

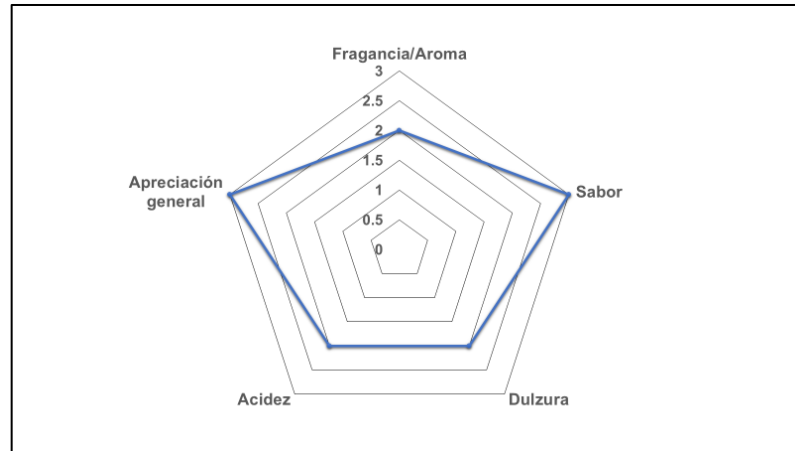
C615 se debe a que los panelistas percibieron la fragancia y sabores más pronunciados, con un equilibrio entre acidez y dulzura.

- Análisis sensorial hacia el producto: se desarrolló la evaluación sensorial al utilizar una prueba descriptiva. Los participantes fueron tres catadores o jueces entrenados, utilizando el formato de la tabla XI (ver página 69). Se utilizó seis muestras, con diferente maduración camagüe, muestras uno y cuatro; maduración normal, muestras dos y cinco; por último, maduración óptima, muestras tres y seis. La primera evaluación se realizó con las tres primeras muestras, por un proceso de deshidratación solar.

Como se puede observar en las figuras 39, 40 y 41 las primeras tres gráficas muestran diferentes polígonos uniformes y no uniformes. La muestra uno, se ve en la figura 39 tiene el polígono más uniforme y como consecuencia presentó la calificación más alta de esta evaluación, incluso de las seis muestras. Con un punteo final de 7.20 clasificándolo, “muy bueno”.

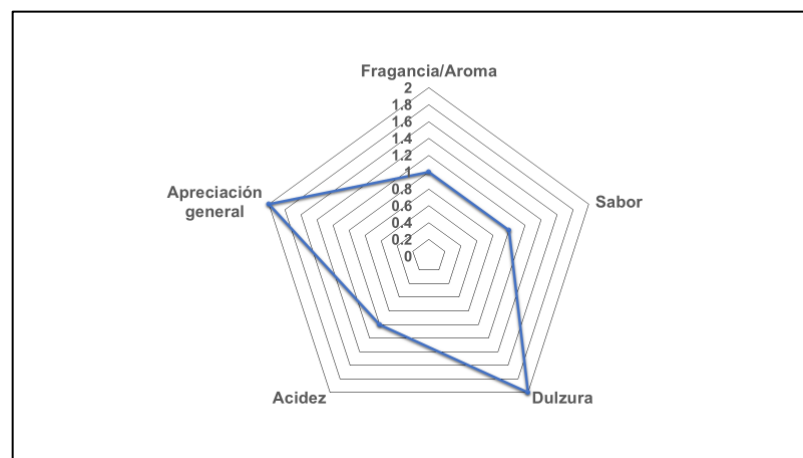
La muestra dos presentó fragancia, aroma, acidez y sabor leve, pero dulzura de intensidad media, con un punteo final de 4,13. La muestra tres presenta una característica que resalta sobre las demás el atributo de dulzura, con tres puntos en su escala, pero su calificación final con 4,8 se vio afectada, por poseer características organolépticas muy leves o incluso nulas como la acidez.

Figura 39. **Muestra 1 pulpa de café por deshidratación solar, atributos equilibrados**



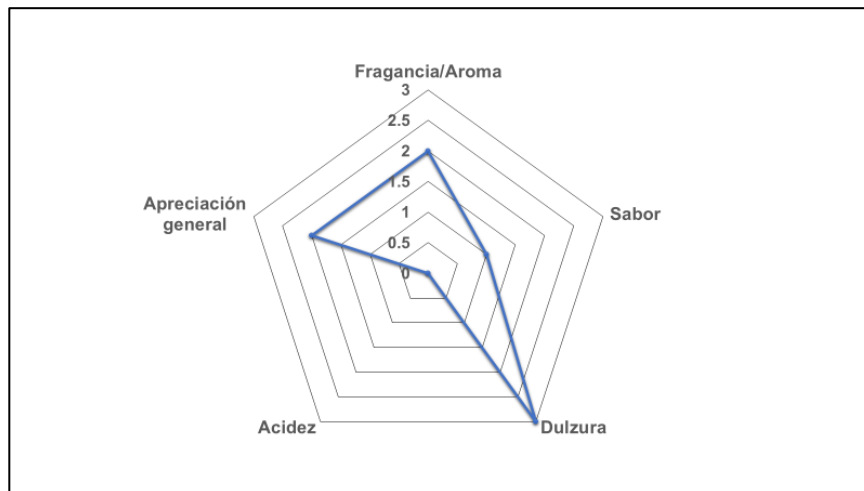
Fuente: elaboración propia.

Figura 40. **Muestra 2 pulpa de café deshidratada al sol, desequilibrio en sus atributos. Dulzura y acidez prominente**



Fuente: elaboración propia.

Figura 41. **Muestra 3 pulpa de café deshidratada al sol, desequilibrio en sus atributos. Dulzura y fragancia prominente**

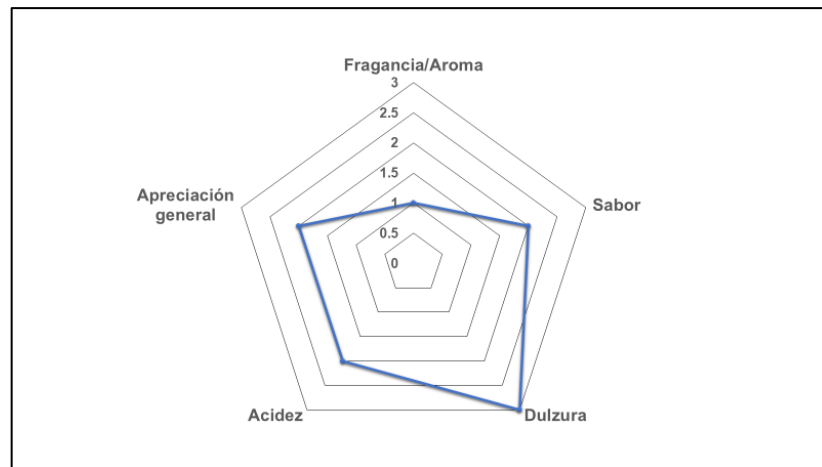


Fuente: elaboración propia.

- Para la segunda evaluación sensorial, se evaluaron las muestras cuatro, cinco y seis en las figuras 42, 43 y 44 que fueron deshidratadas de forma mecánica. La muestra cuatro presentó una acidez y una dulzura media en su escala, una dulzura intensa pero una apreciación general mala en su escala, como consecuencia un puntaje final de 6,13 clasificándolo, “bueno”. La muestra cinco presenta aroma, fragancia y una dulzura muy leve, esto crea un sabor de intensidad media y un puntaje final de 3,73. Por último, la muestra seis presentó una dulzura intensa, sabor leve, acidez nula, fragancia y aroma media, todo esto dio como resultado una calificación final de 4,80 clasificándolo, “regular”.

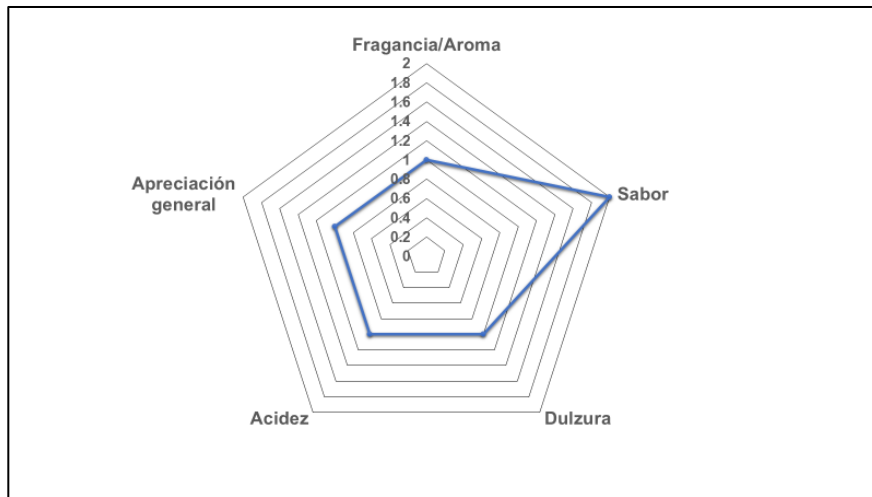
- Se observó las muestras uno y cuatro fueron calificadas como muy bueno y bueno, coincidiendo ambas muestras en su maduración. Para los casos de las muestras dos, tres, cinco y seis fueron calificadas como regulares.

Figura 42. **Muestra 4 pulpa de café deshidratada medio mecánico, desequilibrio en sus atributo. Dulzura prominente**



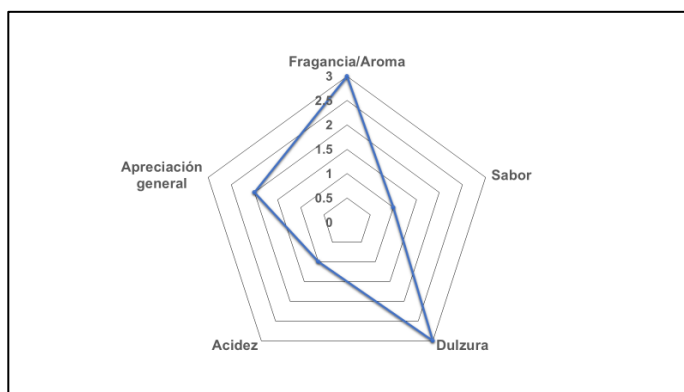
Fuente: elaboración propia.

Figura 43. **Muestra 5 pulpa de café deshidratada medio mecánico, desequilibrio en sus atributos. Sabor prominente**



Fuente: elaboración propia.

Figura 44. **Muestra 6 pulpa de café deshidratada medio mecánico, desequilibrio en sus atributos. Fragancia y dulzura prominente**



Fuente: elaboración propia.

Se puede observar en la tabla XIX los resultados de los puntajes totales, donde sus características organolépticas como: fragancia/aroma, sabor, dulzura, acidez y su apreciación general muestra sus calificaciones finales para cada muestra.

Tabla XIX. **Resultados de puntaje de evaluación sensorial**

Descripción	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6
Fragancia/Aroma	2	1	2	1	1	2
Sabor	3	1	1	2	2	1
Dulzura	2	2	3	3	1	3
Acidez	2	1	0	2	1	0
Apreciación general	3	2	2	2	1	2
Subtotal	36	20,67	24,00	30,67	18,67	24,00
Calificación final	7,20	4,13	4,80	6,13	3,73	4,80

Fuente: elaboración propia.

2.5.2.3. Costos

- El análisis de costos para este producto, varía en función del tiempo y volumen de producción, aunque fue analizado con la misma maquinaria y equipo que el producto uno, se propone la rotación de la producción de ambos productos ya que el proceso difiere en una etapa del proceso y en tiempo.
- Los costos variables fueron analizados en función del volumen producido, debido a que este producto tiende a ser más húmedo, necesita más espacio para su deshidratación y por ende menos volumen en cada uno de los cajones con 1,3 kg de pulpa fresca, disminuyendo así el volumen total de la pulpa deshidratada a 52,00 kg, por lote.

El costo de mano de obra fue calculado con base al salario agrícola de Q 11,27 por hora y Q 90,00 por día, el tiempo de secado promedio es de cinco días y un día de empaque y etiquetado, laborando una persona por seis días y dos días el segundo operario, con un total de ocho días por producción. Las variables ascienden a Q 1 286,60 como se puede observar en la tabla XX.

Tabla XX. **Costos variables para producir 52 kilos de pulpa deshidratada de café**

Nombre	Descripción	Precio unitario (q)	Cantidad	Total (Q)
Pulpa fresca	Kilogramo	0,50	259	129,50
Etiqueta	Unidad	0,30	235	70,50
Empaque	Unidad	1,56	235	366,60
Mano de obra	Operario por día	90,00	8	720,00
Total				1 286,60

Fuente: elaboración propia.

Los costos fijos ascienden a un total de Q 2 103,10 como se puede observar en la tabla XXI.

Tabla XXI. **Costos fijos para la producción de 52 kilos de producción de café deshidratado**

Maquinaria y equipo	Capacidad	Costo unitario	Depreciación anual
Despulpadora manual	6-8 quintales	5 900,00	590,00
Secador solar tipo invernadero	100 kg de pulpa fresca	20 000,00	1 000,00
Balanza analítica	2,5 kg	150,00	15,00
Mesa inox	1,22m X 0,5m	2 132,00	213,20
Refractómetro	0-32°Brix	349	34,90
Selladora	18 pulgadas	2 500,00	250,00
Total			2 103.10

Fuente: elaboración propia.

Los costos administrativos se analizaron con base en los elementos que no dependen del volumen de producción como: el agua, la energía eléctrica, la promoción, entre otros, como se puede observar en la tabla XXII, con un total de Q 330,00.

Tabla XXII. **Costos administrativos para producir 52 kilos de pulpa de café deshidratada**

Gastos administrativos	Área	Costo mensual
Agua	Producción	Q 30,00
Energía eléctrica	Producción	Q 50,00
Promoción	Marketing	Q 50,00
Gasolina	Producción	Q 25,00
Equipo para inocuidad del proceso	Producción	Q 75,00
Limpieza	Producción	Q 100,00
Total		Q 330,00

Fuente: elaboración propia.

El costo total para producir 235 bolsas de 220 g de pulpa deshidratada es de Q 3 649,49 con un precio de venta de Q 25,00 cada bolsa y un total de ventas de Q 5 881,36. Tiende a una rentabilidad del 61,00 % y una utilidad de Q 2 231,88.

2.5.2.4. Maquinaria y equipo

Para la producción del producto dos, la maquinaria y equipo no presentó variación descrito en el producto uno, y estos son: refractómetro portátil, despulpadora manual, pesa, balanza analítica y deshidratador solar. Para el caso del deshidratador mecánico se utilizó como comparativo en ambos procesos,

tomando en cuenta que la maquinaria no operó al 100 % de su capacidad debido a desperfectos por falta de mantenimiento.

2.5.2.5. Producto final

Como el caso del producto uno, la pulpa deshidratada con aumento de mucílago (producto 2), fue empacado de la misma forma y con las mismas condiciones. Cabe resaltar que la diferencia radica en el contenido de humedad, ya que en el producto dos es más vulnerable por la actividad de agua que presentó en su proceso de deshidratación.

El peso del producto final es de 220 g con el empaque transparente para captar la atención del consumidor potencial, como se puede observar en la figura 45.

Figura 45. **Pulpa de café deshidratada con aumento de dulzura a partir del mucilago, 220 g**



Fuente: elaboración propia.

2.5.3. Producto 3. Portavasos, a partir del residuo de preparaciones de café

Para el desarrollo de este producto la materia prima como tal es el residuo obtenido al final de la cadena de valor del café, de los diferentes métodos de preparaciones de café al consumidor final café negro, *espresso*, *quemex*, *V60* entre otros. Después de la extracción de los sabores del café tostado y molido se obtiene el poso de café, que usualmente se desecha.

Este residuo es considerado como un pasivo natural, formado por celulosa, lignina y hemicelulosa, debido al contenido de sus componentes puede ser utilizado como material de refuerzo en composites poliméricos y crear así un valor agregado. Este material sólido es desechado diariamente por comercios e industrias en rellenos sanitarios y en algunos casos se utiliza como abono orgánico, pero en menor cantidad.

2.5.3.1. Formulación

Para la formulación, se tomó en cuenta la unión de diferentes elementos en la mezcla y garantizar condiciones que desarrollen el producto final. Para ello la base es utilizar un polímero biodegradable, el cual debe tener componentes que contribuyan con características de humectación, plasticidad, lubricación y resistencia entre otros.

Las pruebas para definir la formulación con las mejores características, se realizaron en el Laboratorio de Maderas de la FAUSAC. Se utilizó un secador de maderas para eliminar el contenido de agua de las muestras y un microscopio para evaluar cada uno de los elementos que conformarán el material. La materia prima que se utilizó para el desarrollo del producto fue el poso de café, este se

obtuvo de la cafetería “Junchickpe” y de la Escuela de Café de ANACAFÉ. Se utilizó poso de café fino y grueso clasificándolo por el tipo de molido que se utiliza para la extracción de café. Ambas muestras se secaron al exponerlas al sol monitoreando la pérdida de agua.

El almidón se utilizó como aditivo para proporcionar unión entre todos los elementos de la formulación. Este es un polisacárido formado por macromoléculas organizadas por diferentes capas. Se compone de dos estructuras poliméricas diferentes, la amilosa 20 % y amilopectina 80 % generalmente. Para el caso del almidón de yuca, el tamaño puede variar de 5µm a 35 µm y el contenido de amilosa es alrededor del 17 %.

La característica principal de la amilosa es la solubilidad en agua caliente y la amilopectina es el componente principal para la cristalización. Las propiedades por las que es considerado un biopolímero es la resistencia mecánica y la flexibilidad, resultado de la cristalización formada por la relación de sus dos componentes.

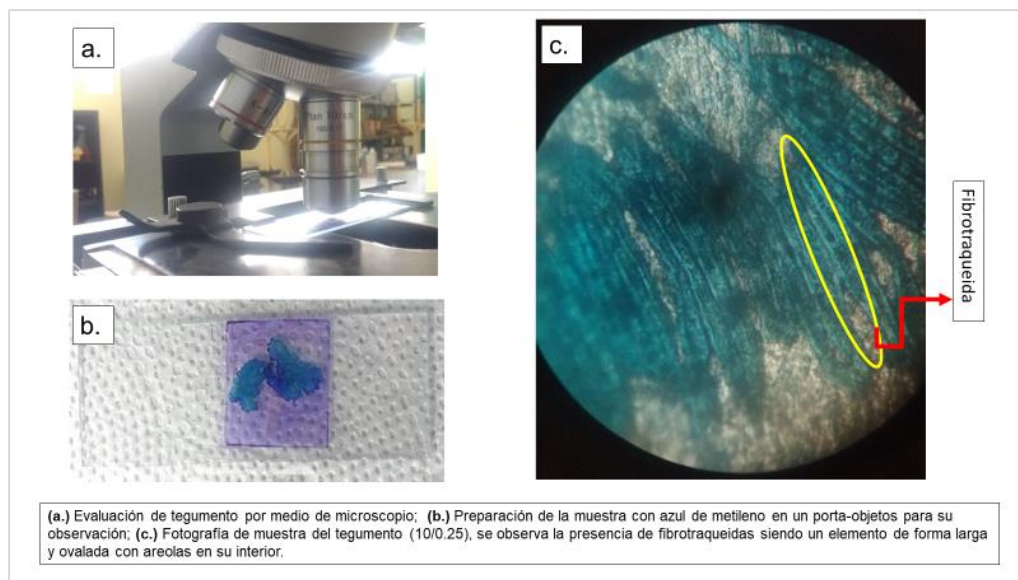
Para proporcionar resistencia se utilizó carbonato de calcio. Este es un material que se aplica en los plásticos como extensor o para reforzar la textura del producto a muy bajo costo. Una de las características que proporciona este elemento es mejorar la flexión, la superficie y controlar la viscosidad del material final. También es utilizado en la industria papelera al proporcionar diferentes características de carga, cobertura o revestimiento. Así como ocupar los espacios vacíos donde la fibra no puede rellenar.

La glicerina es un elemento que actúa en el producto como un plastificante. La falta de un plastificante en un material a partir de compuestos naturales que da como resultado un producto quebradizo, duro o con bajas características de

flexibilidad. En el caso de la glicerina utilizada como plastificante, múltiples investigaciones dieron el resultado que usando diferentes concentraciones de glicerina entre 5 % a 20 % en función del peso, obtuvieron resultados satisfactorios.

Las características del tegumento se identificaron por medio de un microscopio en el Laboratorio de Maderas. Al analizarlo se verificó, que existe presencia de fibras especialmente de fibrotraqueidas, estas poseen paredes gruesas con puntuaciones areoladas, como se puede ver en la figura 46. Utilizándose como fibras para unión de partículas, formando enlaces entre los elementos, durante la elaboración del material final.

Figura 46. **Evaluación de tegumento y existencia de fibras**



Fuente: elaboración propia., empleando Microsoft PowerPoint 2019.

Para llevar a cabo las pruebas se realizaron dos formulaciones de adhesivos para evaluar y observar la reacción de los elementos al ser secado

con los demás materiales, como se muestra en la tabla XXIII. Para el adhesivo se utilizó agua, almidón de yuca (biopolímero), y glicerina como plastificante.

Tabla XXIII. Formulaciones de adhesivo

No.	Almidón (yuca) g	Porcentaje	Agua (g)	Porcentaje	Glicerina (g)	Porcentaje	Total (g)	Porcentaje
1	20	8	180	72	50	20	250	100
2	10	17	30	50	20	33	60	100

Fuente: elaboración propia.

Al realizar las dos formulaciones de adhesivos se procedió a realizar las mezclas con los demás elementos, según el porcentaje de cada formulación de la tabla XXIII.

Las pruebas T1, T4 y T6 fueron elaboradas con el adhesivo uno, mientras que las pruebas T2, T3 y T5 con el adhesivo dos, con la referencia de la tabla XXIV donde se mostró las formulaciones de los adhesivos uno y dos.

Los pesos fueron medidos en gramos con su respectivo porcentaje total, debido a que los desechos de las preparaciones de café tienen diferentes tipos de molidos se utilizaron en este caso fino y grueso para observar el comportamiento de las partículas con el medio y analizar si influye el tamaño de la partícula de café en la formulación.

Tabla XXIV. **Formulaciones de material biodegradable**

Pruebas		Molido	Poso(g)	Porcentaje (%)	Carbonato de calcio (g)	Porcentaje (%)	Adhesivo (g)	Porcentaje (%)	Total(g)	Porcentaje (%)
Código	Adhesivo (ver tabla XXI)									
T1	1	Fino	10	13	10	13	50	67	75	100
T2	2	Fino	20	21	10	11	60	63	95	100
T3	2	Fino	20	20	0	0	75	74	102	100
T4	1	Fino	5	7	10	13	55	73	75	100
T5	2	Grueso	10	13	10	13	50	67	75	100
T6	1	Grueso	5	7	10	13	55	73	75	100

Fuente: elaboración propia.

Los resultados del secado de las muestras se pueden observar en la tabla XXV, donde se controló el tiempo y la temperatura a la cual fueron expuestas las muestras.

Por medio del peso inicial y final se controló la pérdida de humedad en el tiempo, hasta que la muestra alcance su peso anhidro.

Tabla XXV. **Resultados del secado**

Hr/°C	1/50 °C		2/50 °C		3/50 °C		4/60 °C	
Tra	Peso (g)	Peso (g)	Porcentaje HT	Peso (g)	Porcentaje HT	Peso (g)	Porcentaje HT	
T1	42	37	88	34	81	25	60	
T2	42	38	90	35	83	29	69	
T3	42	39	93	36	86	31	74	
T4	53	46	88	41	79	38	73	
T5	43	36	84	35	81	28	65	
T6	42	38	90	38	95	37	88	
Hr/°C	5/60 °C		6/60 °C		7/60 °C		8/60 °C	
Tra	Peso (g)	Porcentaje HT	Peso (g)	Porcentaje HT	Peso (g)	Porcentaje HT	Peso (g)	Porcentaje HT
T1	21	50	17	40	15	36	15	36
T2	26	62	22	52	19	45	17	40
T3	29	69	28	67	26	62	25	60
T4	33	63	28	54	24	46	23	44
T5	23	53	19	44	16	37	16	37
T6	34	81	29	69	25	60	25	60

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla XXV, se presentan las seis pruebas conforme al tiempo de secado. Para el caso de la muestra T1, en la hora cuatro muestra una textura no compacta, en la hora seis presenta el mayor porcentaje de agua eliminada, su textura no es uniforme, no posee firmeza y como resultado al perder la totalidad del agua en la hora ocho, presenta apariencia quebradiza y sin firmeza.

Para el caso de la muestra T2 presenta una textura mucho más compacta en la hora cuatro, pero al perder agua como se muestra en la hora seis, las partículas poseen menor capacidad de absorción del adhesivo provocando aberturas y menos compactación al integrar cada elemento.

La muestra T3 al tener mayor porcentaje del adhesivo dos el cual contiene 17 % de almidón, 50 % de agua y 33 % de glicerina (ver tabla XXIII), presentó características similares con la muestra T2, pero en este caso se aumentó el contenido de tegumento y se eliminó el carbonato de calcio. Al aumentar el contenido de tegumento provocó, mayores enlaces minimizando aberturas, pero, aun así, no presentó la firmeza adecuada debido a la falta de carbonato de calcio y la debilidad de adhesivo.

En la muestra T4, se pudo observar la uniformidad durante el secado desde la hora uno hasta la hora ocho. Esta presentó mayor uniformidad, una textura firme y cada una de las partículas entre el poso y el tegumento mayores enlaces. El adhesivo utilizado fue el dos, este permitió ingresar a la partícula de café y enlazarse con el tegumento, muestra que presentó mejores características.

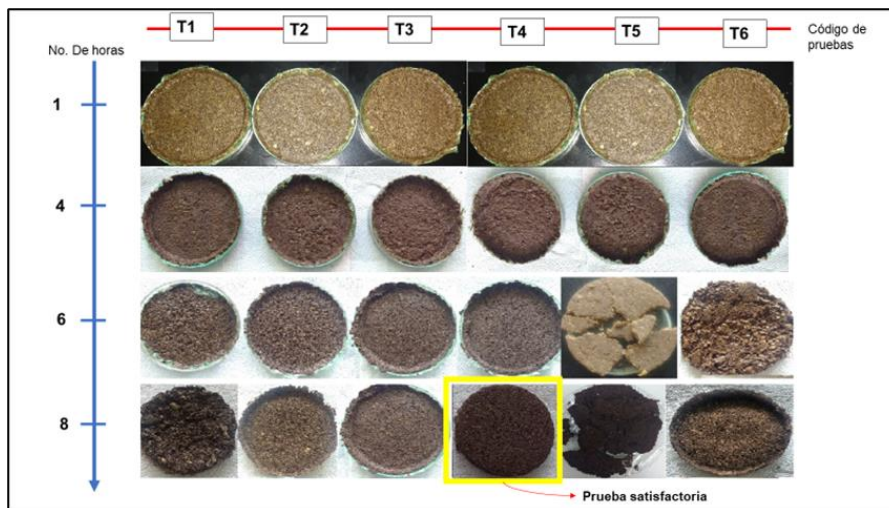
Para el caso de las muestras T5 y T6, se utilizaron las mismas formulaciones que las pruebas T1 y T4 las cuales presentaron las mejores características. El objetivo era verificar si mejoraban las características del material variando el tamaño de la partícula utilizando molido grueso y fino.

La muestra T5 fue realizada con el adhesivo uno, este contiene 8 % de almidón, 72 % de agua y 20 % de glicerina (ver tabla XXIII), presentó menor compactación y debilidad en su enlace, como se ve en la figura 47, durante la hora seis la muestra ya estaba completamente desintegrada. La muestra T6 mostró mayor uniformidad, pero a pesar que esta no se desintegró, tenía características quebradizas y aberturas.

Al tener la misma formulación T4, (prueba que presentó las mejores características), se observó que el tamaño de la partícula influye, porque al utilizar

partículas más pequeñas es mejor la absorción del adhesivo y el material para su compactación.

Figura 47. **Muestras de formulaciones para material biodegradable**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft PowerPoint 2019.

2.5.3.2. Etapas del proceso

Para estandarizar el proceso de la formulación que adquirió las mejores características físicas, las etapas son: secado de materia prima (poso), pesado, elaboración de adhesivo, mezcla de insumos, secado y enfriado que se describen a continuación.

Debido a que el café tostado y molido pasa por un proceso de infusión, luego de extraer sus características en una taza de café, el residuo se convierte en poso, el cual antes de realizar la mezcla con los demás insumos, pasa por un proceso de secado eliminando la humedad para que el adhesivo ingrese en la

totalidad de la partícula. El secado de este material se realizó por exposición al sol.

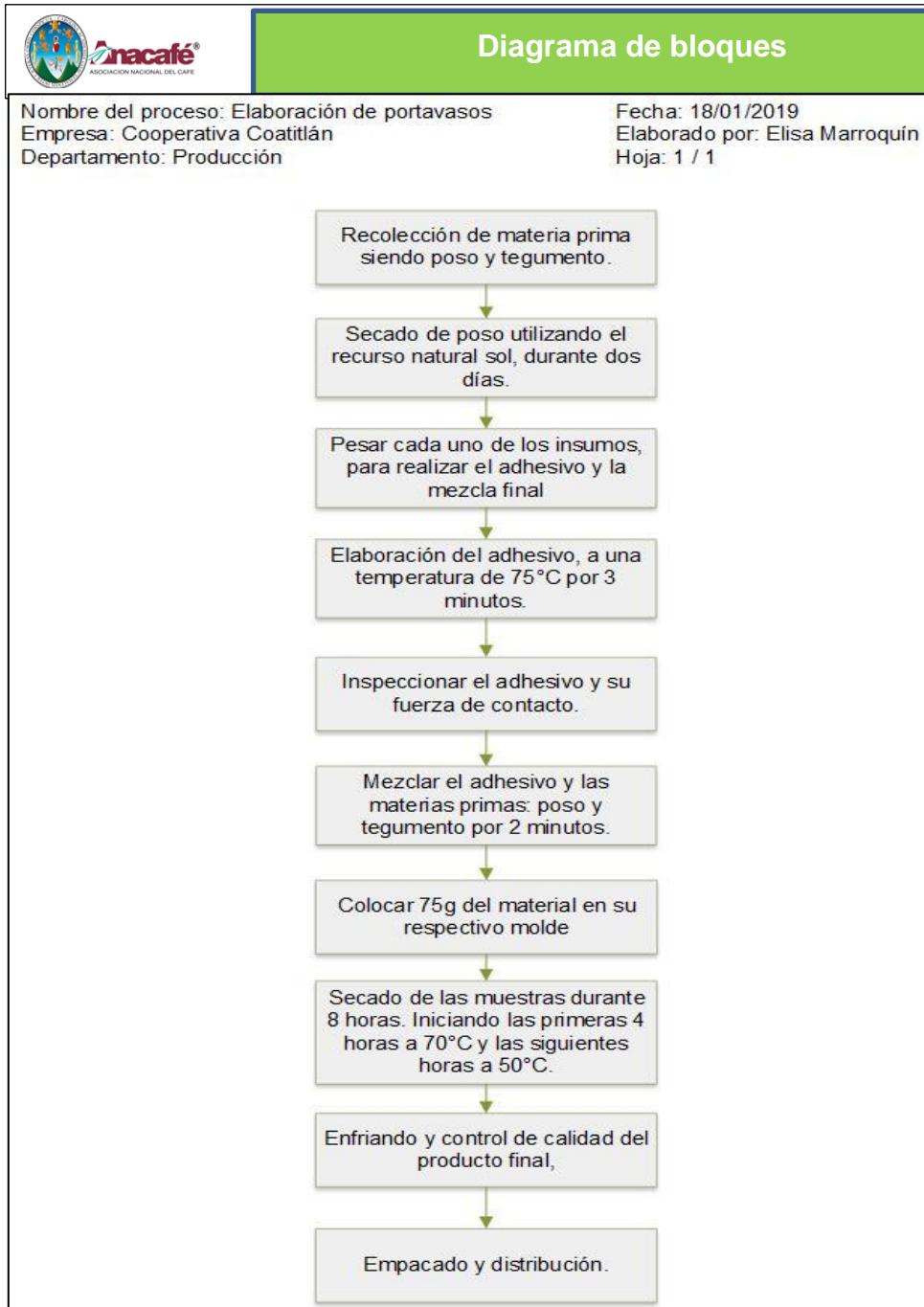
El pesado de insumos se realizó conforme a la formulación de la prueba T4, muestra que presentó las mejores características. Utilizando una balanza, se pesó cada uno de los insumos para realizar el adhesivo y la mezcla final. Para la elaboración del adhesivo, se utilizaron tres insumos: agua, almidón de yuca, carbonato de calcio y glicerina. Estos tres elementos se deben mezclar con el agua a temperatura ambiente para luego, aplicar calor por tres minutos a 75 °C.

Después de elaborar el adhesivo se añaden los demás insumos poso y tegumento. Se debe introducir ambos insumos al adhesivo y mezclar hasta crear una masa viscosa. El calor del adhesivo permite que entre con mayor facilidad a las partículas del café seco molido y al tegumento, creando enlaces para la siguiente etapa.

Para el secado se colocan 75 g del material en el molde a presión, para introducirlo al horno de secado durante ocho horas, con una temperatura de 70 °C en las primeras cuatro horas y a 50 °C en las cuatro siguientes. El producto debe mantenerse a temperaturas entre 20 °C a 25 °C, con humedades relativas bajas, debido a que la amilosa presente en el almidón de yuca, es soluble en agua caliente lo que causaría pérdida de cristalización.

En la figura 48 se muestra el diagrama de bloques del proceso para la elaboración de este producto, detallando las etapas de forma cronológica.

Figura 48. Diagrama de bloques, proceso de elaboración de portavasos



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

2.5.3.3. Costos

El análisis de costos se realizó con base en la producción de 1 000 unidades de portavasos. Para el caso del poso de café se le atribuye Q 0,50 por cada kilogramo debido a que se le aplica un proceso de secado anterior a su proceso de mezcla con los demás insumos, convirtiéndose en materia prima. Para el costo de mano de obra se necesita un operario para seis días de producción con un total de Q 540,00. Los costos variables ascienden a Q 2 252,50 como se observa en la tabla XXVI.

Tabla XXVI. **Costos variables para la producción de 1000 unidades de portavasos**

Descripción	Unidad	Precio unitario (Q)	Cantidad	Total (Q)
Poso/molido fino	Kilogramo	0,50	10	5,00
Poso/molido grueso	Kilogramo	0,50	5	2,50
Tegumento	Mililitro	0,50	10	5,00
Glicerina	Mililitro	20,00	25	500,00
Carbonato de calcio	Kilogramo	16,00	15	240,00
Yuquilla	Kilogramo	20,00	25	500,00
Etiqueta	Unidad	0,30	1,000	300,00
Empaque	Unidad	0,20	1,000	200,00
Mano de obra	Costo de 1 operario/día	90,00	6	540,00
Total				2 292,50

Fuente: elaboración propia.

Por último, están los costos fijos y administrativos. Los costos fijos con un total de Q 508,20 corresponden a la depreciación de maquinaria y equipo. Los gastos administrativos con un total de Q 380,00.

Tabla XXVII. **Costos fijos para la producción de 1000 unidades de portavasos**

Maquinaria y equipo	Costo unitario (Q)	Depreciación (Q)
Estufa	2 000,00	200,00
Ollas de acero	200,00	1,000
Balanza analítica	150,00	15,00
Mesa inox	2 132,00	213,20
Moldes	500,00	50,00
Equipo de presión	200,00	20,00
Total		508,20

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Costos administrativos para la producción de 1000 unidades de portavasos**

Descripción	Costo mensual (Q)
Agua	30,00
Energía eléctrica	50,00
Promoción	50,00
Gasolina	25,00
Equipo de personal	75,00
Gasolina	50,00
Limpieza	100,00
Total	380,00

Fuente: elaboración propia.

El precio de venta de un portavaso es de Q 5,00 con base en 1 000 unidades por producción, el total de ventas es de Q 5 000,00. Los costos totales ascienden a Q 2 680,70 y una utilidad de Q 2 319,30 con una rentabilidad aproximadamente del 87 %.

2.5.3.4. Maquinaria y equipo

El equipo necesario para la elaboración de los portavasos es una marmita, mesa inox, prensa de metal manual y moldes de secado para mantener las características físicas del producto.

Para realizar el proceso de secado e incentivar un proceso de forma ecológica se propone ser secado al sol, aprovechando espacios de infraestructura que la cooperativa ya posee en deshidratadores solares.

La marmita se utilizará para el proceso de mezcla de insumos y la elaboración del adhesivo en mayor volumen. La mesa inox es para el área de prensado y empaque del producto, con el objetivo de llevar a cabo el proceso libre de humedad y buenas prácticas de manufactura del producto. Las prensas serán de metal para mayor compactación y uniformidad de uso manual para facilidad del operario al realizarlo.

2.5.3.5. Producto final

La presentación final de este producto continuará el enfoque amigable con el ambiente, por eso el empaque será de bolsas de papel, debido a que no es de grado alimenticio, sus características físicas no se ven afectadas por este tipo de empaque. Cada una unidad tiene un peso de 20 g en la figura 49 se observa el producto final.

Figura 49. **Portavasos a base de residuos de café**



Fuente: elaboración propia.

2.5.4. Producto 4. Jabón a base de café

Uno de los productos de mayor consumo para la limpieza corporal es el jabón. Productos como el café posee entre sus propiedades fisicoquímicas características de hidratación y exfoliación, por los diferentes aceites que el café posee en su composición.

La saponificación es el proceso químico que se utiliza para la elaboración de un jabón, este se realiza al unir una grasa, base y agua. Se debe tomar en cuenta parámetros de tiempo y temperatura para un resultado adecuado.

2.5.4.1. Formulación

La etapa de formulación, define los porcentajes de cada uno de los insumos acorde a las características que se deseen plasmar en el producto desarrollado. Se realizaron tres formulaciones, para identificar los porcentajes ideales para la firmeza, olor y resaltar las características de exfoliación que el café proporciona.

La figura 50 muestra la fase de formulación para la creación del producto final, utilizando tres formulaciones para 100 g de contenido final.

Figura 50. **Elaboración de formulaciones de jabón orgánico de café**



Proceso de formulación para jabón orgánico de café. **a)** Mezcla de Hidróxido de sodio y agua a 45°C; **b)** Adición de los aceites a la mezcla; **c)** Mezcla de hasta unificar todos los insumos por último añadir el café molido; **d)** Producto final solidificado con pH entre 8.5 a 9.0.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft PowerPoint 2019.

Las formulaciones que se muestran en la tabla XXIX, fueron realizadas dando diferentes características físicas. La formulación uno dio como resultado una pasta deshidrata con sensación de grasa y las partículas de café tuvieron demasiada presencia en el producto final, no mezclándose de forma ideal. La formulación dos presentó características físicas más estables, todos los insumos se unieron de forma adecuada y el contenido de café fue unido de forma homogénea en la mezcla dando características de firmeza y olor agradable al consumidor.

Tabla XXIX. **Formulaciones para desarrollo de jabón orgánico de café**

Insumos	Formulación 1 (g)	Formulación 2 (g)	Formulación 3 (g)
Agua	45	56	62
NaOH	30	28	25
Aceite de Oliva	2	0,5	1
Aceite de coco	2	0,5	1
Café molido fino	21	15	11
Total	100	100	100

Fuente: elaboración propia.

La formulación tres presentó características inestables por el contenido de agua, baja estabilidad en la unión de los insumos y bajas características proporcionadas por el café debido a su bajo contenido. El resultado final de la formulación dos presenta las características adecuadas del producto final.

2.5.4.2. Descripción del proceso

Las etapas del proceso son: ingreso de materia prima, mezclado, solidificación y empaque.

- El ingreso de materia prima y pesado

Las materias primas utilizadas son: hidróxido de sodio, el aceite de oliva, aceite de coco y el café molido, estos se evalúan antes de ingresar a la siguiente etapa según sus fichas técnicas. Para el caso del café molido se verifica si es ideal para que no sea agresivo para la piel, porque funciona como exfoliante.

- Mezclado

Se mezcla el hidróxido de sodio con el agua y se eleva la temperatura utilizando una marmita hasta llegar a 45 °C. Se adiciona lentamente los aceites mezclando los insumos aproximadamente por 15 minutos hasta que alcance una textura viscosa. Por último, se adiciona el café molido, para que cada una de las partículas proporcionen sus aceites naturales a la mezcla, la temperatura de la mezcla no debe sobrepasar los 55 °C.

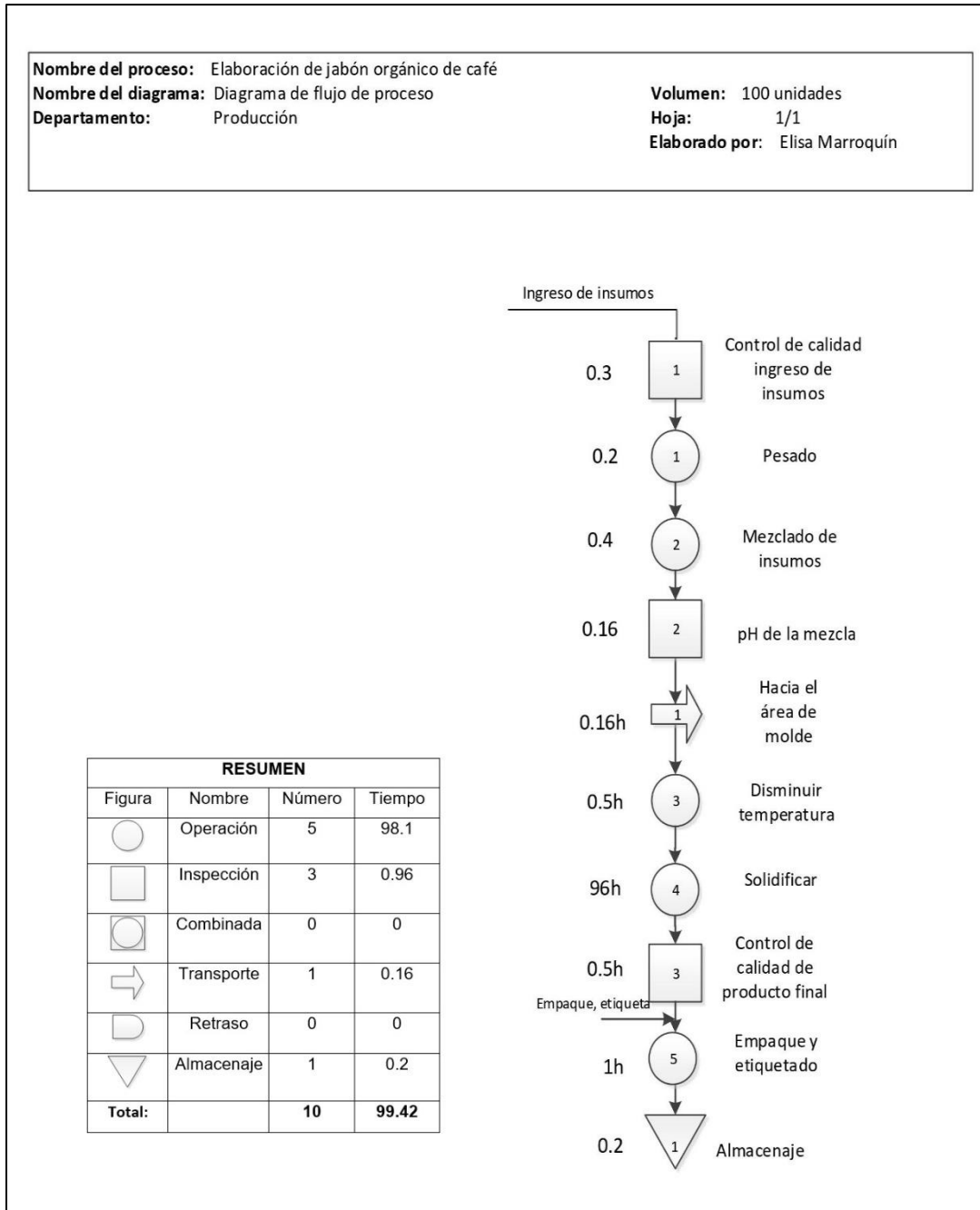
- Solidificación

Para esta etapa se debe ingresar la mezcla a los moldes respectivos y se dejar enfriar hasta que se solidifique. Se debe mantener un aproximado de tres a cuatro días, para que sus características resalten, evaluando el pH entre un parámetro de 8,5 a 9,0.

- Empaque

El empaque que se utilizó es de papel de fibras resistente a la humedad para mantener una adecuada vida de anaquel y evitar el uso de plástico. También se colocará un detalle de cáñamo en forma de moña. En la figura 51 se muestra el proceso productivo del producto.

Figura 51. **Diagrama de flujo de elaboración de jabón artesanal de café**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

2.5.4.3. Costos

Los costos analizados fueron con base en la formulación tres de la tabla XXIX (ver página 116). La obtención de los costos fijos, variables y administrativos, fueron evaluados para producir 100 jabones. La mano de obra se consideró para tres días de producción. En la tabla XXX se muestran los costos variables con un total de Q 362,40.

Tabla XXX. **Costos variables para producir 100 jabones de café**

Nombre	Unidad	Precio Unitario (Q)	Cantidad	Total (Q)
Café molido fino	Kilogramo	0,50	2	0,75
NaOH	Kilogramo	8,0	3	22,40
Aceite de oliva	Mililitro	0,08	50	3,75
Aceite de coco	Mililitro	0,11	50	5,50
Etiqueta	Unidad	0,30	100	30,00
Empaque	Unidad	0,30	100	30,00
Mano de obra	Costo de operario/día	90,00	3	270,00
Total				362,40

Fuente: elaboración propia.

Los costos fijos tienen un total de Q 488,20, considerando el equipo necesario para su producción analizando el costo unitario sobre el valor de la depreciación del equipo, estos costos deben ser absorbidos por la cooperativa como inversión. Los costos administrativos tienen un total de Q 440,00 (ver tabla XXXI y XXXII).

Tabla XXXI. **Costos fijos para producir 100 jabones de café**

Maquinaria y equipo	Depreciación
Estufa	200,00
Ollas de acero	10,00
Balanza analítica	15,00
Mesa inox	213,20
Moldes	50,00
Total	488,20

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Costos administrativos**

Nombre	Costo mensual (Q)
Agua	30,00
Energía eléctrica	50,00
Promoción	50,00
Gasolina	25,00
Equipo de personal	75,00
Gas	110,00
Limpieza	100,00
Total	440,00

Fuente: elaboración propia.

Los costos totales ascienden a Q 1 230,60 y el ingreso por ventas tiene un total de Q 2 200,00 porque cada jabón tiene un precio de venta de Q 22,00, con una utilidad de Q 969,40 y una rentabilidad del 79 %.

2.5.4.4. Maquinaria y equipo

Para la elaboración de este producto, se necesita los siguientes elementos: marmita, mesa inox y utensilios como paletas de inox, con un espacio de aproximadamente 4 m x 4 m.

2.5.4.5. Producto final

La presentación del producto final hacia el consumidor es de las últimas etapas del proceso para su desarrollo. La elaboración de los cuatros productos y su empaque se realizó con base en el tipo de necesidades de vida útil de los mismos, así como a las condiciones a las que serán expuestos. El empaque fue de papel para su cobertura y cáñamo para decoración. Esto se puede observar en la figura 52.

Figura 52. **Jabón orgánico de café**



Fuente: elaboración propia.

2.6. Infraestructura

La cooperativa cuenta con la infraestructura para el proceso de beneficiado húmedo y sus diferentes procesos. Por eso se propone un deshidratador solar tipo invernadero para aprovechar el área y estructura que la cooperativa posee, a diferencia del deshidratador mecánico que implicaría una inversión mayor no justificando la calidad del producto final.

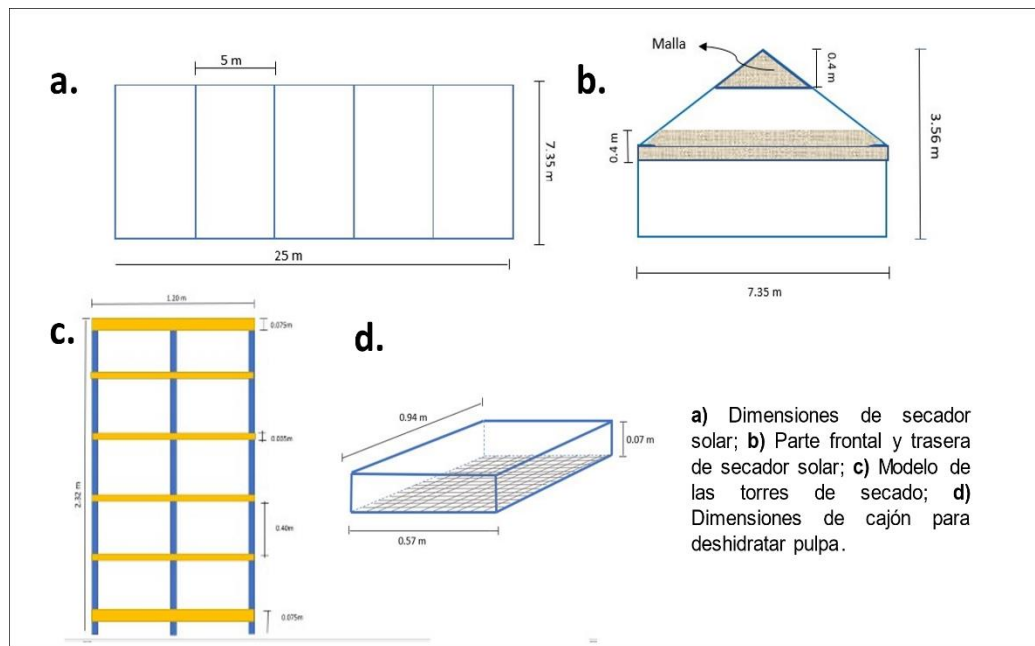
Las dimensiones del espacio donde se colocarán las torres son: 25,00 m de largo y 7,35 m de ancho, para aprovechar los espacios y condiciones del área.

Las dimensiones de las torres de secado serán de 2,32 m de alto y 1,20 m de ancho, para que ingresen cinco cajones que contenga cada uno la pulpa a deshidratar.

Los cajones tienen una dimensión de 0,94 m x 0,57 m x 0,07 m, recubierto de malla plástica en la base, para facilitar el ingreso de aire y realizar la función de deshidratación.

El diseño del deshidratador solar se realizó en función de las necesidades para la producción de pulpa deshidratada.

Figura 53. **Detalles del diseño de un secador solar para pulpa de café**

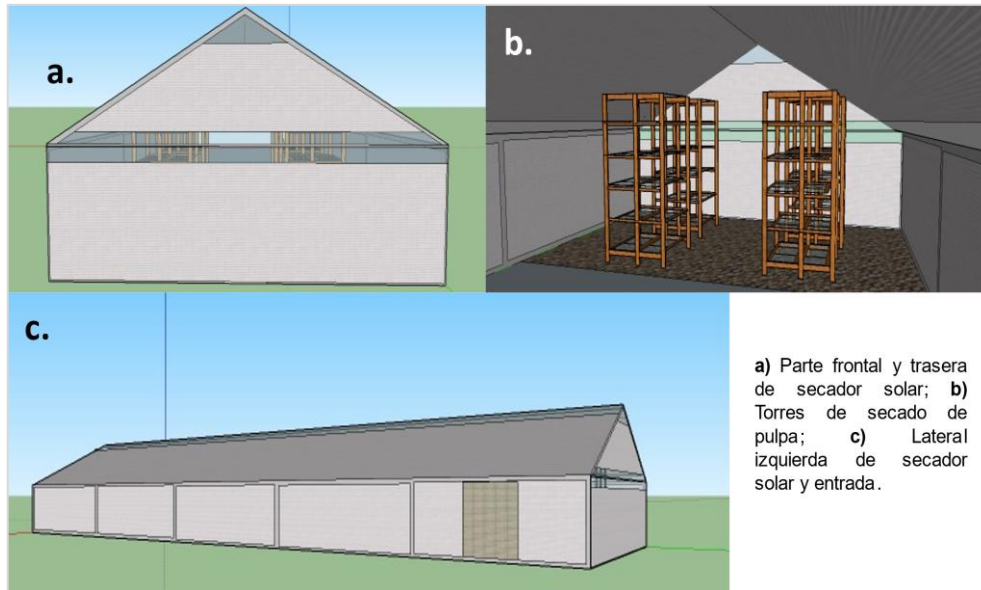


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft PowerPoint 2019.

Para la salida del aire, se colocaron espacios en la parte superior frontal y trasera del invernadero ayudando a la circulación y flujo de vapor de agua evitando el ingreso de animales.

Por medio de un programa de diseño gráfico "Sketchup Pro 2016", se realizó el diseño del deshidratador solar de pulpa, para fines ilustrativos. En el mismo se puede observar la puerta de entrada al secador solar y las aberturas de salida del aire caliente convertido en vapor de agua. Ver figura 54.

Figura 54. **Diseño del secado solar**



Fuente: elaboración propia, empleando SketchUP Pro 2016.

2.7. **Costo total de la propuesta**

Los costos de la implementación de los cuatro productos desarrollados, tiene una rentabilidad por arriba del 50 % y por ende una utilidad viable y factible. El análisis de costos se realizó con base en las oportunidades internas y externas para el impacto a corto y mediano plazo.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN BENEFICIO HÚMEDO

3.1. Diagnóstico situacional sobre el consumo de agua

El diagnóstico realizado en la Cooperativa Coatitlán R.L., para la evaluación del consumo de agua, se enfocó en el uso de este recurso dentro del proceso de transformación del fruto del café a café pergamino, incluyendo todas aquellas actividades que el beneficio húmedo semi-tecnificado realiza, donde implica el uso de agua.

Se observó el uso del agua durante las actividades diarias dentro del beneficio húmedo, realizando un diagrama de Ishikawa, para analizar los diferentes factores que pueden llegar a generar el uso ineficiente del agua durante el proceso. Para ello se describen cada una de las categorías de las 6M: mano de obra, materiales, métodos, maquinaria, medición y medio ambiente, así como sus hallazgos.

- Mano de obra

Implica directamente al personal que colabora en cada una de las etapas del proceso, responsable de la eficiencia o deficiencia de la parte operativa en los procesos. Los hallazgos respecto a este factor son: la falta de capacitaciones sobre el uso e importancia del agua, falta de seguimiento después de las capacitaciones y la no concientización sobre el recurso agua.

- Materiales

Dentro de sus hallazgos se pueden mencionar, la falta de formatos, hojas de registros respecto al consumo de agua, lo que provoca el no control del consumo de agua potable, evitando la no existencia de una base de datos para ser analizados.

- Métodos

Dentro de esta categoría, los hallazgos fueron: poco control del uso del agua, no existen registros de cosechas pasadas como comparativo de eficiencias y la falta de procedimientos escritos, evitando la evaluación del consumo de agua.

- Maquinaria

La falta de equipo y accesorios para el monitoreo del consumo de agua y la falta de conocimiento para el uso de los equipos con los que ya cuenta la cooperativa evita la eficiencia y eficacia del agua para las diferentes etapas del proceso.

- Medición

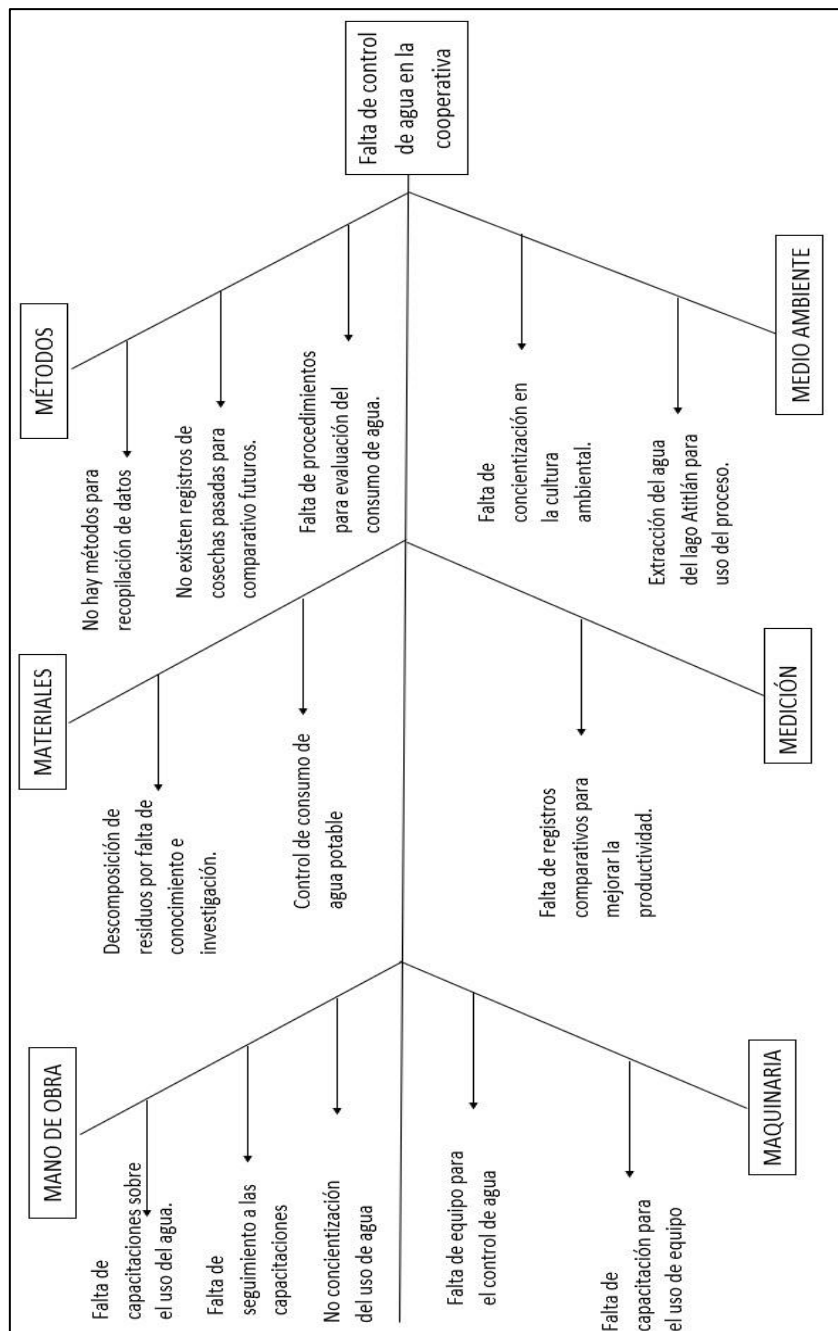
La falta de datos y la ineficiencia de equipos como contadores de agua provocan inestabilidad en la medición del consumo de agua, haciendo que los procesos no sean productivos al no ser controlados.

- Medio ambiente

La educación ambiental implementada en las comunidades de la cuenca de Lago Atitlán por entidades privadas y municipales ha crecido en los últimos años, pero la falta de aplicación de los conceptos y la falta de actualización en temas de legislación ambiental, son algunos de los factores que causan la mínima importancia del control del consumo de agua en general, resultado del impacto en las decisiones a nivel hogar e industrias.

Se evaluaron las 6M encontrando la causa raíz, la falta de control en el uso del agua en la cooperativa, porque no existen registros para evaluar el consumo, y realizar comparaciones respecto a otras cosechas y formar procesos eficientes. Ver diagrama Ishikawa, figura 55.

Figura 55. Diagrama Ishikawa, falta de control en el uso del agua



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

Al tomar en cuenta el análisis anterior se realizó una propuesta del consumo y ahorro de agua a través de diferentes fases. Se identificaron las etapas del proceso donde se utiliza el agua, la cuantificación aproximada durante un tiempo determinado, así como el costo que implica en el proceso y proponer un plan de mejora.

3.2. Consumidores de agua

Los principales equipos consumidores de agua dentro de un beneficio húmedo dependen del tipo de estructura, su capacidad instalada y su sistema de recirculación de agua. Los procesos actuales comparado con los procesos tradicionales construidos a finales del siglo XIX, utilizaban de 2,000 a 3,000 litros de agua para procesar un quintal de café pergamino seco.

El excesivo uso de agua potable y la falta de tratamiento de aguas mieles hacia los diferentes drenajes por parte de los beneficios húmedos tradicionales, fue criticado durante muchos años, por su impacto negativo al ambiente. Por eso desde hace más de 35 años se ha incorporado el sistema de recirculación de agua en los beneficios húmedos, utilizando 300 litros de agua aproximadamente, reduciendo así un 90 %. ¹³

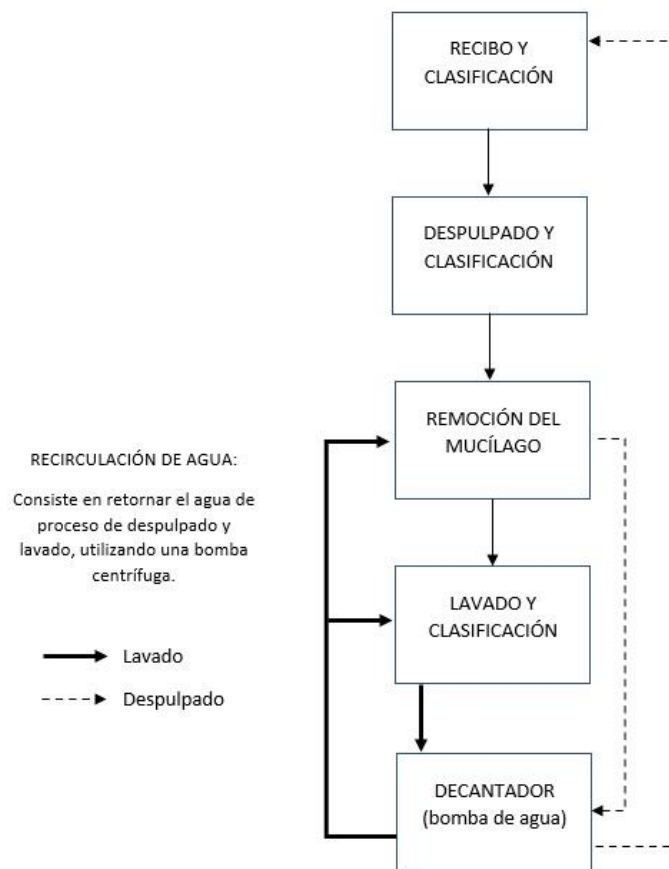
El sistema de recirculación de agua de los beneficios tecnificados se enfoca en dos etapas del proceso: despulpado y lavado. Donde el agua utilizada en la etapa de lavado con ayuda de una bomba centrífuga ingresa en un decantador para ser utilizada en la fase de despulpado creando un ciclo de recirculación.

Debido a la carga orgánica acumulada durante la fase de despulpado, el agua de esta fase regresa al decantador donde se filtran los sólidos, para enviar las aguas mieles hacia el área de riego en las plantaciones de café y aprovechar

¹³ Asociación Nacional del Café. *Manejo de subproductos del café*. p. 9.

la carga orgánica de las aguas convirtiéndolas en nutrientes para las plantas, como se puede observar en la figura 56.

Figura 56. **Diagrama de recirculación de agua en despulpado y lavado**



Fuente: Asociación Nacional del Café. *Manual de beneficiado húmedo del café*, p 27.

El agua es el principal protagonista para realizar el proceso de transformación del café en un beneficio húmedo, debido a que tiene tres importantes funciones: transporte, clasificación y lavado.

La transformación del fruto de café cereza a café pergamino, requiere varias etapas donde es indispensable el uso del agua para el producto final que son: despulpado, lavado, riego y servicios sanitarios.

- Despulpado

Es la etapa donde se desprende la cáscara del grano de café. Al ser un beneficio húmedo semi-tecnificado la recirculación del agua proviene de la etapa de lavado formando un flujo continuo para transportar y clasificar los granos de café hasta llevarlo a las pilas de fermentación.

- Lavado

Para realizar la etapa de lavado se utiliza agua limpia, debido a que los granos de café después de estar en las pilas de fermentación pasan por la desmucilagadora. Los granos de café por medio de una bomba y la velocidad del flujo del agua, ingresan al canal de correteo eliminando el mucílago de los granos.

- Lavado de maquinaria

Para el mantenimiento de la maquinaria, es importante la limpieza después de cada producción. Debido a que un mal lavado de maquinaria y equipo provoca que los granos maduros se fermenten y provocando defectos de control de calidad en el siguiente proceso.

- El riego

Se realiza a los jardines de la cooperativa y área de almácigos, donde se utilizan mangueras tipo regadera, a comparación del agua utilizada en el beneficio se utiliza en menor cantidad, pero se debe prestar atención a fugas en grifos y mangueras.

- Servicios

Otros consumidores de agua son el sanitario y lavado de manos, para uso de visitas y trabajadores. Se evaluó principalmente fugas en los sanitarios, lavamanos y grifos.

3.3. Cuantificación del consumo de agua

Para el cálculo del consumo de agua del proceso de beneficiado húmedo, se tomó en cuenta las medidas del tanque de 4,47 m de ancho, 10,72 m de largo y 2,00 m de altura, con una capacidad de 95,8 m³. A un costado del tanque existe una regla de madera en centímetros y un tubo, que muestra el consumo del tanque de agua en cada proceso.

El consumo de agua durante la etapa de despulpado fue de 70,44 m³ o 70 442 litros para el mes de mayor ingreso de café entre noviembre y diciembre. Para esta etapa, se utilizó agua recirculada proveniente de la etapa de lavado. Como se puede observar en la tabla XXXIII.

Tabla XXXIII. **Cantidad de litros de agua reirculada consumidos en la etapa de despulpado**

Fecha	Café maduro qq	cm	Agua (lt)
18/11/2019	21,41	2,00	958,4
19/11/2019	21,32	6,00	2 875,2
21/11/2019	63,32	5,00	2 396
22/11/2019	26,32	2,00	958,4
23/11/2019	20,85	5,00	2 396
25/11/2019	29,5	8,00	3 833,6
26/11/2019	32,09	3,00	1 437,6
27/11/2019	53,54	4,00	1 916,8
28/11/2019	55,84	3,00	1 437,6
29/11/2019	45,05	3,00	1 437,6
30/11/2019	44,21	2,00	958,4
02/12/2019	79,54	5,00	2 396
03/12/2019	120,23	16,00	7 667,2
04/12/2019	86,17	6,00	2 875,2
05/12/2019	65,89	6,00	2 875,2
06/12/2019	60,84	5,00	2 396
07/12/2019	70,95	9,00	4 312,8
09/12/2019	119,13	13,00	6 229,6
10/12/2019	136,61	4,00	1 916,8
11/12/2019	72,19	5,00	2 396
12/12/2019	88,84	5,00	2 396
13/12/2019	66,96	3,00	1 437,6
14/12/2019	59,64	5,00	1 396
16/12/2019	85,26	14,00	6 708,8
17/12/2019	86,55	3,00	1 437,6
19/12/2019	76,67	5,00	2 396
Total	1 688,92	147,00	70 442,4

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXXIV, se muestra el consumo de agua en la etapa de lavado, con un total de 213 m³ o 213 244,00 litros de agua. Es la etapa de mayor

consumo, por lo que se debe monitorear la cantidad de agua utilizada para el control de las etapas del proceso y mejorar la productividad del mismo. Debido al método de recirculación de agua estos litros utilizados cumplen con la demanda de agua en el proceso de despulpado.

Tabla XXXIV. **Cantidad de litros de agua consumidos en la etapa de lavado de café**

Fecha	Café maduro qq	cm	Agua (lt)
22/11/2019	16,6	32,00	15 334,4
24/11/2019	9,29	15,00	7 188,00
27/11/2019	12,46	14,00	6 708,8
28/11/2019	3,06	13,00	6 229,6
29/11/2019	18,15	38,00	18 209,6
30/11/2019	6,72	18,00	8 625,6
01/12/2019	11,23	33,00	15 813,6
04/12/2019	41,66	30,00	14 376,00
05/12/2019	7,37	10,00	4 792,00
06/12/2019	23,29	18,00	8 625,6
07/12/2019	9,48	12,00	5 750,4
08/12/2019	19,05	24,00	11 500,8
10/12/2019	24,39	25,00	11 980,00
11/12/2019	27,84	47,00	22 522,4
12/12/2019	32,66	20,00	9 584,00
15/12/2019	25,77	25,00	11 980,00
17/12/2019	17,79	16,00	7 667,2
20/12/2019	18,95	22,00	10 542,4
21/12/2019	28,93	17,00	8 146,4
22/12/2019	13,44	16,00	7 667,2
Total	368,13	445,00	213 244,00

Fuente: elaboración propia.

Las etapas del proceso con mayor volumen del consumo de agua son despulpado y lavado. El consumo de agua durante la etapa de despulpado fue de 70,44 m³ o 70 442,00 litros y para la etapa de lavado fue de 213,00 m³ o aproximadamente 213 244,00 litros de agua.

3.4. Costo del consumo de agua

Para establecer el costo del consumo de agua utilizada durante el proceso del beneficiado húmedo de la cooperativa, se debe analizar el costo de las fuentes de agua que abastecen todo el proceso del café. Los medios de abastecimiento son: municipal y extracción de agua directamente el lago. El agua obtenida a nivel municipal es utilizada en los sanitarios, lavamanos, riego de jardín y uso de duchas.

El beneficio húmedo de café implica grandes cantidades del consumo de agua por el tipo de proceso y la cooperativa no es la excepción, utilizando agua proveniente del Lago de Atitlán por la cercanía. Esta es extraída por medio de un camión cisterna o como se conoce en Guatemala pipa de agua, evitando el uso de agua municipal minimizando costos.

El costo de extracción de agua del lago de Atitlán se calculó con base al costo por transporte del agua hacia la cooperativa de Q 200,00 por cada 5 000,00 litros que transporta la cisterna y el costo mensual del agua municipal de Q 30,00.

3.5. Plan de ahorro

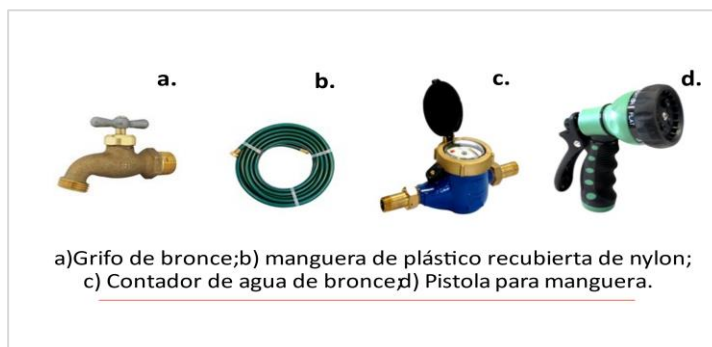
Para la propuesta de reducción del consumo de agua, se analizaron las diferentes causas que pueden generar un impacto a largo plazo. Así como la importancia de concientizar al personal del uso de este recurso por medio de

capacitaciones. También el uso de medios físicos para utilizar el agua de forma eficiente como el cambio de grifos y equipos para el control del consumo de agua.

Para el control del consumo de agua y obtener registros adecuados, se propone el uso de un contador de agua, este posee material de bronce para una vida útil a largo plazo y uso de tubería de ½ pulgada. El objetivo es mantener una bitácora de registros del consumo de litros de agua por cada quintal de café pergamino seco como producto final. Esto con el objetivo de realizar comparativos y hacer los procesos más eficientes y responsables con el uso del agua.

Debido a fugas de agua observadas de tres grifos dañados, se propone el cambio por materiales resistentes ante el uso constante de los mismos y evitar las fugas de agua. Así como el cambio de mangueras especiales para riego, con un material más resistente evitando fugas por el constante movimiento y uso de las mismas. Los grifos tienen un costo de Q 70,00 y las mangueras de Q 170,00, con cambio de boquillas para una mejor presión, ver figura 57.

Figura 57. **Equipo de para ahorro y control del consumo de agua**



Fuente: NOVEX. *Catálogo de herramientas.*

<https://www.novex.com.gt/catalogo/07/herramientas.html>. Consulta: mayo de 2018.

Para realizar un adecuado lavado de la maquinaria y evitar el desperdicio de agua durante esta operación, se propone el uso de una hidrolavadora, al ser capaz de eliminar partículas o restos del proceso dentro de la maquinaria, a través de la presión adecuada del agua realizándolo de forma eficiente en tiempo y ahorro de agua. Este equipo cuenta con una presión de 1160 psi, potencia de 2200 de uso profesional. ver figura 58.

Figura 58. **Hidrolavadora industrial**



Fuente: NOVEX *Catálogo de herramientas*.

<https://www.novex.com.gt/catalogo/07/herramientas.html>. Consulta: mayo de 2018.

Las capacitaciones sobre el uso e importancia del consumo de agua y su impacto a largo plazo, serán impartidas de forma mensual con una duración de 45 minutos, impartido por la comisión agrícola o por un asesor externo. Para concientizar al personal de la importancia del agua en el proceso y la importancia que tiene el personal sobre su uso.

El plan de ahorro muestra las actividades, los materiales, el responsable de la actividad y el tiempo que implica el uso del equipo o material, ver tabla XXXV.

Tabla XXXV. **Plan de ahorro del consumo de agua**

Actividad	Equipo o material	Responsable	Tiempo
Uso de hidrolavadora para lavado de maquinaria y equipo del beneficio húmedo.	Hidrolavadora	Operario a cargo	Diariamente, según el tiempo de cosecha.
Instalación de contador de agua en tanque de almacenamiento de agua.	Contador de agua	Personal del mantenimiento	
Instalación de grifos nuevos	Grifos	Personal de mantenimiento	
Instalación de mangueras	Mangueras	Personal de mantenimiento	
Capacitaciones sobre el uso e importancia del consumo de agua y su impacto a largo plazo.	<ul style="list-style-type: none"> • Computadora • Hojas • Lapiceros • USB 	Comisión agrícola	Una vez por mes

Fuente: elaboración propia.

3.6. Costos de la propuesta

El costo de la propuesta se realizó con base en el equipo necesario para hacer más eficiente el proceso, se incluyó el costo por instalación dependiendo del equipo. En la tabla XXXVI se muestra el costo de cada uno de los equipos

necesarios, así como el costo total de la propuesta de Q 7 110,00. Los equipos fueron cotizados con base a las necesidades del proceso, tomando en cuenta su vida útil.

Tabla XXXVI. **Costo de la propuesta de control y consumo de agua**

Equipo	Cantidad	Precio unitario (Q)	Total (Q)
Contador de agua	1	480,00	480,00
Grifos	3	70,00	210,00
Mangueras	2	170,00	340,00
Pistolas para mangueras	2	40,00	80,00
Hidrolavadora	1	6 000,00	6 000,00
Total			7 110,00

Fuente: elaboración propia

4. FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN

4.1. Diagnóstico de necesidades de capacitación

El diagnóstico de necesidades de capacitación, se realizó en la Cooperativa Coatlán R.L. para identificar las áreas de oportunidad para el máximo desarrollo del personal. Debido a que la cooperativa posee toda la cadena de comercialización del café, desde el almácigo hasta el consumidor final, se realizó el DNC dentro del beneficio húmedo y cafetería. Para ello se utilizaron dos medios para recopilar información, la observación y el cuestionario.

Durante la observación del recurso humano del beneficio húmedo en la etapa de cosecha, el personal estaba dividido por equipos según las tareas correspondientes. Cada equipo tenía una persona líder o supervisor, que guiaba el personal a su cargo. Para las etapas de recibo del café y despulpado, el personal realizaba actividades en zonas de peligro o acciones que requerían de fuerza, no haciendo uso de equipo de seguridad.

Las instalaciones para el personal cuentan con los elementos necesarios en los sanitarios como jabón y papel higiénico, así como agua potable para su hidratación. Aunque no existe el adecuado lavado de manos antes y después de iniciar sus actividades.

Para el caso de la cafetería, que es un servicio directo al consumidor final, se observó principalmente las buenas prácticas de manufactura BPM, la manipulación de alimentos y el servicio al cliente. En cuanto a BPM, se observó en cocina un posible peligro de contaminación cruzada con los diferentes

alimentos, en cuanto al uso de tablas y cuchillos. Así como la falta de uso de reddecillas y la falta de un adecuado lavado de manos.

Para el caso de tostaduría, al momento de realizar actividades como el tostado y la molienda el personal no cuenta con mascarilla de protección. Al moler el café tostado se generan partículas muy pequeñas que el personal respira. No es tóxico, pero en grandes cantidades a través del tiempo puede generar malestar en la nariz o garganta.

Al terminar la etapa de observación se continuó con el cuestionario hacia el personal y supervisores. En algunos casos se realizó de forma verbal debido a que había personal que no sabía leer y escribir. También se contó con la presencia de un traductor de Tz'utujil a español, debido que en algunos casos no dominaban el español por completo.

El cuestionario se realizó con diez personas en total del beneficio húmedo, para identificar las áreas de fortaleza y oportunidad del personal, ver figura 59.

Figura 59. **Cuestionario para el personal de beneficio húmedo**

Coatitlán R.L.	Lugar: Benefició Húmedo
Proyecto de Ejercicio Profesional Supervisado, Universidad San Carlos de Guatemala	
Cuestionario para identificación de necesidades de capacitación	
<p>Instrucciones: A continuación, se presenta una serie de preguntas, responder de acuerdo a su experiencia. Marque una X, en la opción que se le presenta a cada pregunta.</p> <p>1. ¿Cuál es su nivel académico?</p> <p><input type="checkbox"/> Primaria</p> <p><input type="checkbox"/> Básicos</p> <p><input type="checkbox"/> Diversificado</p> <p><input type="checkbox"/> Licenciatura</p> <p><input type="checkbox"/> Sin grado académico</p> <p>2. ¿Cuánto tiempo ha laborado en el beneficio?</p> <p><input type="checkbox"/> Primera cosecha (7 meses)</p> <p><input type="checkbox"/> Más de una cosecha</p> <p><input type="checkbox"/> Más de 1 año</p> <p>3. ¿Cuál es su área de trabajo?</p> <p>_____</p> <p>4. ¿Recibió alguna inducción al ingresar a trabajar en el beneficio?</p> <p><input type="checkbox"/> Si</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p>5. ¿Ha sido capacitado en algún tema específico? Si es así especifique.</p> <p><input type="checkbox"/> Si _____</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p>6. ¿Considera que necesita ser capacitado en el área donde desempeña?</p> <p><input type="checkbox"/> Si</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p>7. ¿Cuenta con el equipo y herramientas para su área de trabajo?</p> <p><input type="checkbox"/> Si</p>	

Continuación de la figura 59.

No

8. ¿Cómo calificaría el desempeño de todos como trabajo en equipo?

Muy bueno

Bueno

Regular

Malo

Muy Malo

9. ¿Conoce el concepto de ¿Buenas prácticas de manufactura, BPA?

Si

No

10. ¿En qué área le gustaría ser capacitado? Puede marcar más de 1 opción.

BPA

Seguridad industrial

Manejo agronómico

Secado de café

Proceso en beneficio húmedo

Maquinaria y equipo en beneficio húmedo

Trabajo en equipo

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se muestran los resultados del personal en el beneficio húmedo según su grado de escolaridad, ver tabla XXXVII.

Tabla XXXVII. **Nivel académico del personal**

Nivel académico	No. de personas
Primaria	4
Básicos	2
Diversificado	0
Licenciatura	0
Analfabetas	4
Total	10

Fuente: elaboración propia.

La rotación del personal dentro de la cooperativa es frecuente dentro de la cooperativa, debido al ciclo de la cosecha y la inestabilidad del pago, ver tabla XXXVIII.

Tabla XXXVIII. **Tiempo de laborar en el beneficio húmedo de Coatitlán R.L.**

Tiempo	No. de personas
Primera cosecha	3
Más de una cosecha	4
Más de un año (actividades ajenas a la cosecha)	3
Total	10

Fuente: elaboración propia.

Al analizar los resultados del desempeño en conjunto del personal en el beneficio húmedo, el trabajo en equipo es la actividad con mayor dificultad para el personal ya sea por la falta de agilidad de algún operario en alguna actividad, mala comunicación asertiva, entre otras. Ver tabla XXXIX.

Tabla XXXIX. **Desempeño del trabajo en equipo**

Desempeño	No. de personas
Muy bueno	2
Bueno	5
Regular	3
Malo	0
Muy malo	0
Total	10

Fuente: elaboración propia.

La importancia de capacitar al personal constantemente genera eficiencia en los procesos y educación al operario. Según los resultados temas como BPA y conocer a profundidad las etapas del proceso en el beneficio húmedo son de interés por los operarios. Ver tabla XL.

Tabla XL. **Temas de interés por parte del personal para ser capacitados**

Desempeño	No. de personas
BPA	9
Salud y seguridad ocupacional	7
Manejo agronómico	6
Secado de café	5
Etapas del proceso en beneficio húmedo	9
Maquinaria y equipo en beneficio húmedo	7
Trabajo en equipo	5

Fuente: elaboración propia.

En los resultados del cuestionario hacia el supervisor del beneficio húmedo se obtuvieron dos situaciones relevantes, la primera es la existencia de un importante índice de rotación de personal. Debido a que la etapa de cosecha es durante algunos meses y no la totalidad del año, por lo que el personal no siempre regresa en la próxima cosecha.

Como cooperativa se invierte en inducciones y capacitaciones al personal que muchas veces no regresan, dando como resultado una baja en la productividad al inicio de la cosecha. Otro inconveniente es la resistencia al uso del equipo de seguridad por parte del personal.

Para el personal de cafetería y tostaduría se les evaluó por medio de un cuestionario. Los resultados fueron que el 50 % conocía el termino de buenas prácticas de manufactura BPM (responsable de la manipulación de alimentos en cafetería), y el otro 50 % no conocía el tema. Mostrando que realizan actividades de forma empírica, sin saber los motivos y la importancia que tienen las BPM, en la manipulación de los alimentos.

El 100 % del personal ha recibido diferentes tipos de capacitaciones como: tostaduría y barismo, por parte de entidades como ANACAFÉ, esto impacta de forma positiva para ofrecer productos de calidad al consumidor final.

4.2. Plan de capacitación

El plan muestra la organización anual para el personal de la cooperativa incluyendo metodologías, actividades y recursos. Al recopilar toda la información a partir del DNC, se conocen los temas específicos donde el personal del beneficio húmedo y de cafetería necesitan ser capacitados para incidir en cambios positivos para la cooperativa.

Se desarrolló el plan de capacitación enfocado en dos temas principales al ser identificados durante las entrevistas estructuradas y reforzar las áreas de oportunidad para el personal. Los temas son:

- Buenas prácticas agrícolas (BPA)
- Buenas prácticas de manufactura (BPM)

Los temas anteriores fueron impartidos al personal del beneficio húmedo, cafetería y tostadura. La capacitación se proporcionó durante la mañana, realizando una exposición, utilizando recursos tecnológicos para que el personal

podiera adquirir el conocimiento de manera visual y de forma dinámica. Debido a que el nivel de educación del personal es analfabeto hasta nivel básico, el lenguaje debe ser claro, conciso y simple. Tomando en cuenta que el mensaje sea entendido por el personal y puedan aplicarlo. En caso que el expositor no hable el idioma materno, se debe contar con un traductor.

Los temas de capacitación que se les proporcionó al personal del beneficio húmedo y cafetería son: buenas prácticas de manufactura, control de calidad y buenas prácticas agrícolas enfocadas en el cultivo del café principalmente. En las tablas XLI, XLII y XLIII se muestran los programas de capacitación de BPA, control de calidad y BPM.

Tabla XLI. **Buenas prácticas agrícolas (BPA)**

<p>Cooperativa Coatitlán R.L. Área: beneficio húmedo Dirigido a: personal de beneficio húmedo y jardín de variedades</p> <p style="text-align: center;">Tema: BPA</p>
<p>Sesiones: 2, (Parte uno teórico y parte dos prácticas) Duración: 1 hora sesión teórica y 1.5 horas sesión práctica Material: hojas, lapiceros, computadora, pantalla para proyectar, salón con inmobiliario y material didáctico.</p>
<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocer que son las BPA y el impacto en el proceso del café. • Implementar los conceptos de las BPA en sus actividades diarias. • Identificar amenazas realizar un mal manejo del café en campo. • Aplicar de forma eficiente los nutrientes a los cafetales y resguardar su integridad física. <p>Contenido:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El impacto del sector caficultor en el ambiente ¿Qué son las BPA? y sus definiciones • Bienestar el caficultor: equipo de protección, adecuado lavado de manos, entre otros. • Obtención de productos sanos e inocuos hacia el consumidor • La importancia del caficultor en todo el proceso de transformación del café.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. **Programación para el control de calidad en el beneficio húmedo Coatlán R.L.**

<p>Cooperativa Coatlán R.L. Área: beneficio húmedo Dirigido a: personal de beneficio húmedo. Tema: Control de calidad en Beneficio húmedo</p>
<p>Sesiones: 2, (Parte uno teórico y parte dos prácticas) Duración: 1 hora sesión teórica y 1.5 horas sesión práctica Material: hojas, lapiceros, computadora, pantalla para proyectar, salón con mobiliario y material didáctico.</p>
<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocer los conceptos y definiciones más importantes en un beneficio. • Identificar los puntos críticos de control en el beneficio húmedo. • Conocer el impacto del uso de equipo de protección en áreas específicas del proceso. <p>Contenido:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué es un beneficio húmedo? Y sus definiciones • Obtención de productos sanos e inocuos hacia el consumidor
<p>La importancia del caficultor en el proceso de transformación del café. Mantenimiento de maquinaria y equipo antes, durante y después de la cosecha. Manejo de residuos en el beneficio húmedo. Salud y seguridad ocupacional</p>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. **Buenas prácticas de manufactura (BPM)**

<p>Cooperativa Coatlán R.L. Área: cafetería y tostadería de café Dirigido a: baristas y tostadores Tema: Buenas prácticas de manufactura BPM</p>
<p>Sesiones: 2 Duración: 1 hora cada sesión Material: hojas, lapiceros, computadora, pantalla para proyectar, salón con mobiliario y material didáctico.</p>
<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocer los conceptos y definiciones de las BPM'S • Identificar los puntos críticos de contaminación de un alimento. • Practicar las adecuadas normas de higiene para manipulación de alimentos. <p>Contenido:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué son las BPM's ? Y sus definiciones

Continuación de la tabla XLIII.

<ul style="list-style-type: none">• ¿Qué es la contaminación cruzada?• Manipulación de alimentos• Diferencia entre limpieza y desinfección• Normas de higiene y seguridad para el manipulador de alimentos• Vías de contaminación de los alimentos
--

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIV. **Capacitación de trabajo en equipo**

Cooperativa Coatlán R.L. Área: beneficio húmedo, cafetería y tostadería de café Dirigido a: personal de beneficio húmedo, baristas y tostadores
Tema: Trabajo en equipo
Sesiones: 2, (Parte uno teórico y parte dos prácticas) Duración: 1 hora cada sesión Material: hojas, lapiceros, computadora, pantalla para proyectar, salón con inmobiliario y material didáctico.
Objetivos: <ul style="list-style-type: none">• Determinar la importancia del trabajar en equipo.• Conocer las vías de comunicación asertiva con los demás compañeros.• Analizar el concepto FODA de forma personal, identificando las áreas de fortaleza y oportunidad, así como reforzar las debilidades y amenazas. Contenido: <ul style="list-style-type: none">• Beneficios del trabajo en equipo.• Clima laboral• ¿Qué es la comunicación asertiva?• ¿Qué significa FODA? Y su aplicación.

Fuente: elaboración propia.

En la figura 60 se observa la programación de las capacitaciones enfocadas al personal del beneficio húmedo y de cafetería.

Figura 60. Programa de capacitación BPA y BPM

COATITLÁN R.L.		Actividad: Capacitación BPA's		Lugar: Oficina central Coatlilán R.L.	
Elaborado por: Elisa Marroquín	Aprobado por: Juan Luis Alvarado	Fecha de ejecución:	Dirigido a: Beneficio húmedo	Hora: 11:00 am – 12:10 pm	# Personas: 6

TEMA	TIEMPO (min)	CONTENIDO	OBJETIVO
Bienvenida	5	<ul style="list-style-type: none"> o Explicación general del contenido o Palabras de bienvenida o Presentación de la expositora 	- Explicar el contenido general de cursos
Presentación de los participantes	5	<ul style="list-style-type: none"> o Nombre y actividad que desempeñan los participantes. 	- Conocer a cada uno de los participantes, y las actividades que desempeñan.
¿Qué son las BPA's?	10	<ul style="list-style-type: none"> o ¿Por qué se crearon las BPA's? o ¿Qué son las BPA's? o Responsables de cumplir las BPA o Principios de BPA 	- Explicar la función y causas de la creación de las BPA.
Seguridad de las personas	10	<ul style="list-style-type: none"> o Trabajadores agrícolas o Prevención de accidentes o Higiene 	- Concientizar la importancia que tiene el recurso humano dentro del proceso de transformación y las prevenciones que deben de tomar.
Receso (10 minutos)			
Medio ambiente	10	<ul style="list-style-type: none"> o Manejo adecuado de subproductos o Tipos de contaminaciones o Acciones 	- Concientizar sobre el impacto que tienen los desechos en el medio ambiente y como afecta indirectamente al ser humano.
HIGIENE E INOCUIDAD ALIMENTARIA	10	<ul style="list-style-type: none"> o Etapas del proceso o Defectos del grano 	- Dar a conocer los defectos y los efectos que causan al producto final.
Dudas y/o comentarios	10	-----	- Resolver dudas de la exposición y escuchar los comentarios de los participantes.

COATITLÁN R.L.		Actividad: Capacitación BPM's		Lugar: Salón – Cafetería Junchikpe	
Elaborado por: Elisa Marroquín	Aprobado por: Juan Luis Alvarado	Fecha de ejecución:	Dirigido a: Tostaduría y cafetería	Hora: 8:00 – 9:35 am	# Personas: 4

TEMA	TIEMPO (min)	CONTENIDO	OBJETIVO
Bienvenida	5	<ul style="list-style-type: none"> o Explicación general del contenido o Palabras de bienvenida o Presentación de la expositora 	- Explicar el contenido general de cursos
Presentación de los participantes	5	<ul style="list-style-type: none"> o Nombre y actividad que desempeñan los participantes. 	- Conocer a cada uno de los participantes, y las actividades que desempeñan.
¿Qué son las BPM's?	5	<ul style="list-style-type: none"> o ¿Cómo surgen las normas de inocuidad? o Objetivos de las BPM's o Aplicación 	- Conocer la historia, estructura y donde se aplican las BPM.
Peligros de los alimentos	10	<ul style="list-style-type: none"> o Explicación de las definiciones. o Tipos de peligros y contaminaciones 	- Conocer las diferencias entre los tipos de peligros y contaminaciones.
Tipos y vías de contaminaciones en los alimentos	10	<ul style="list-style-type: none"> o Vías de contaminaciones o Tipos de contaminaciones o Consecuencias o Tipos de microorganismos en los alimentos 	- Concientizar acerca de los daños colaterales hacia los consumidores causados por los microorganismos patógenos en los alimentos.
Condiciones del personal que manipula alimentos	10	<ul style="list-style-type: none"> o Higiene personal o Correcto lavado de manos o Vestimenta 	- Demostrar la importancia de las buenas prácticas de higiene al manipular alimentos, mostrando el equipo de protección adecuado.
Receso (10 min)			
Hábitos higiénicos	10	<ul style="list-style-type: none"> o Hábitos indeseables o Hábitos deseables 	- Comparar las consecuencias de los hábitos de higiene incorrectos y los que no son correctos.
Manejo higiénico en el proceso de elaboración de los alimentos	10	<ul style="list-style-type: none"> o Descongelación o Almacenamiento 	- Explicar la forma ideal de almacenar alimentos y los productos tóxicos.
Puntos críticos de contaminación	10	<ul style="list-style-type: none"> o 12 puntos críticos de contaminación 	- Identificar los puntos críticos de los procesos, donde es posible la contaminación de los alimentos.
Dudas y/o comentarios	10	-----	- Resolver dudas de la exposición y escuchar los comentarios de los participantes.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft PowerPoint 2019.

El plan de capacitación anual dirigido al personal de la cooperativa se realizó conforme a las actividades acorde al tiempo de cosecha del café. Desde

el manejo agronómico en el jardín de variedades, el mantenimiento del beneficio húmedo antes, durante y después de la cosecha, hasta el personal de cafetería que hace posible la entrega del café al consumidor final.

Los temas del plan de capacitación anual propuestos para el personal de la cooperativa son: inducción del personal para inicio de cosecha, calidad del café en el proceso de beneficiado húmedo, secado del café, salud y seguridad ocupacional, calidad del café en taza (control de calidad), manejo de residuos en el proceso de beneficiado húmedo, mantenimiento de maquinaria y equipo del beneficio húmedo, oportunidades y tendencias para el café en el mercado, manejo agronómico del café, buenas prácticas agrícolas, trabajo en equipo, buenas prácticas de manufactura (cafetería y tostaduría), manipulación de alimentos y servicio al cliente. En la tabla XLV se muestran los objetivos y el personal al que será dirigido los temas de capacitación anual.

Tabla XLV. Temas para el plan anual de capacitación

Tema	Objetivo	Personal dirigido
Inducción del personal para inicio de cosecha	Presentar al personal las diferentes etapas del proceso y familiarizarse con el mismo.	Beneficio húmedo: proceso de producción y mantenimiento.
Calidad del café en el proceso de beneficiado húmedo	Identificar los puntos críticos de control dentro del proceso de transformación del café.	Beneficio húmedo: proceso de producción.
Secado del café	Controlar los parámetros de secado establecidos en el grano, para cada tipo de proceso de café.	Beneficio húmedo: proceso de producción, área de secado.
Salud y seguridad ocupacional	Crear cultura de prevención y salud de personal en las actividades desarrolladas.	Beneficio húmedo: proceso de producción y mantenimiento.
Calidad del café en taza (control de calidad),	Capacitar al personal (catadores) para toma de decisiones respecto a la calidad del café durante el proceso.	Personal de control de calidad, jefes de producción, cafetería y tostaduría.

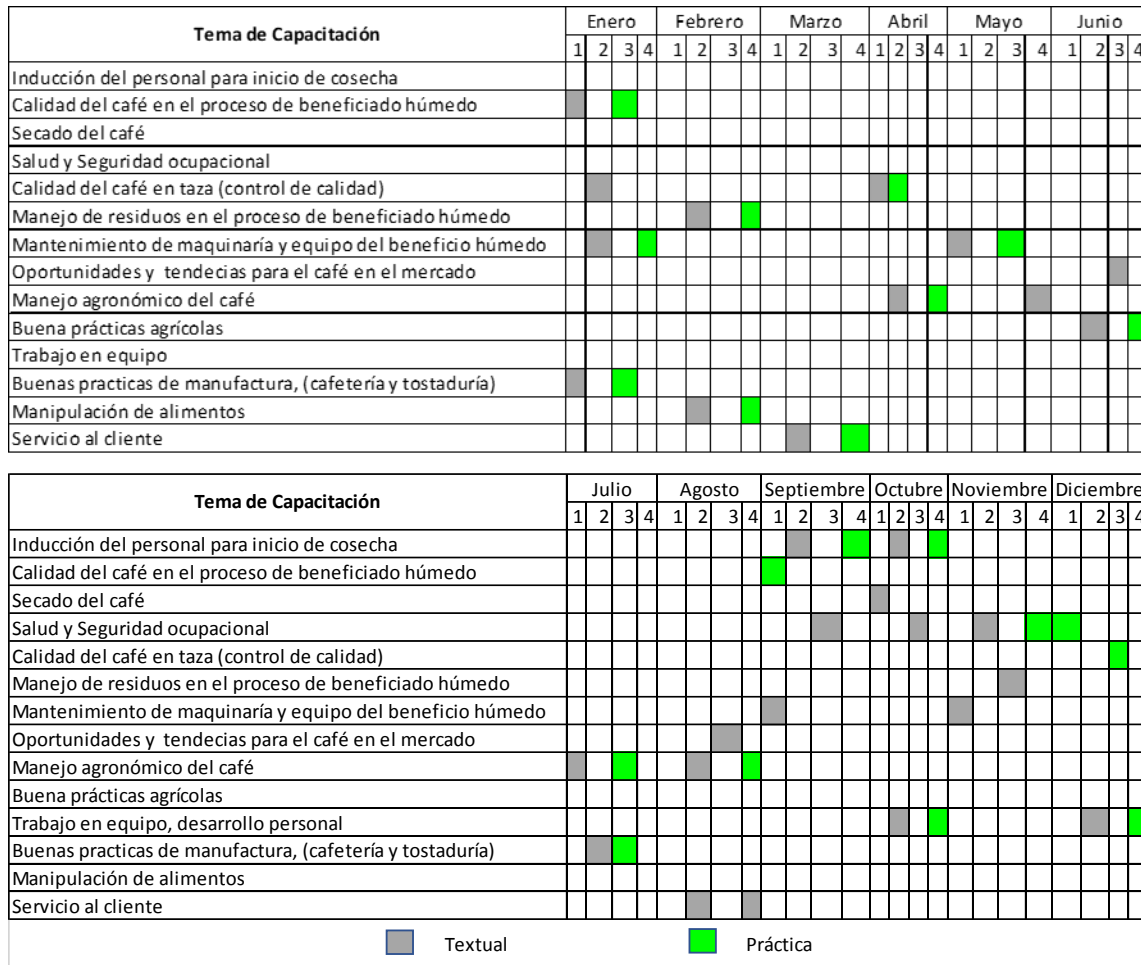
Continuación de la tabla XLV.

Manejo de residuos en el proceso de beneficiado húmedo	Concientizar sobre el manejo consciente de los desechos de proceso.	Beneficio húmedo: proceso de producción, mantenimiento y junta directiva.
Mantenimiento de maquinaria y equipo del beneficio húmedo	Mantener una mejora continua en los equipos y su respectivo mantenimiento.	Beneficio húmedo: proceso de producción, mantenimiento
Oportunidades y tendencias para el café en el mercado	Identificar las áreas de oportunidad para el producto y las tendencias actuales para ser más competitivos en el mercado.	Junta directiva y producción.
Manejo agronómico del café	Identificar la importancia de los aspectos agronómicos y su impacto en la calidad final del producto.	Beneficio húmedo: proceso de producción
Buenas prácticas agrícolas BPA	Conocer los puntos relevantes de aplicar las BPA y sus aplicaciones.	Beneficio húmedo: proceso de producción
Trabajo en equipo	Aplicar los conceptos más relevantes para la importancia del trabajo en equipo.	Todo el personal: beneficio húmedo, cafetería y cooperativa.
Buenas prácticas de manufactura BPM (cafetería y tostadería)	Conocer la importancia de aplicar las BPM en el proceso del café.	Beneficio húmedo: proceso de producción,
Manipulación de alimentos	Identificar los riesgos de una mala manipulación del personal en los alimentos.	Cafetería y tostadería.
Servicio al cliente	Proporcionar al cliente nacional y extranjero el servicio ideal para dar a conocer el producto.	Todo el personal: junta directiva, beneficio húmedo, cafetería y cooperativa.

Fuente: elaboración propia.

Se muestra en plan de capacitación anual para el personal de la cooperativa, distribuyendo los temas conforme al ciclo de la cosecha del café. Se propone realizar las capacitaciones por medio de dos modalidades, teórica y práctica para la comprensión del personal según su nivel académico. En la figura 61 se puede observar la distribución de las capacitaciones.

Figura 61. Plan de capacitación anual para el personal de Cooperativa Coatlán R.L. de enero a diciembre



Fuente: elaboración propia.

4.3. Resultados de la capacitación

Las capacitaciones proporcionadas al personal de la cooperativa fueron impartidas según el diagnóstico de necesidades de capacitación, abarcando dos temas principales, BPM y BPA. Se realizó las capacitaciones según las programaciones de la figura 61. Se inició las capacitaciones presentado al

expositor, la presentación de cada uno de los participantes, dar a conocer cada uno de los temas y al final una serie de preguntas y respuestas.

En el caso de la capacitación de las BPA, se hizo presente un traductor Tz'utujil a español para clarificar alguna duda o término dentro de la exposición. Como se puede observar en la figura 62 se muestra las capacitaciones al personal del beneficio húmedo y de cafetería, haciendo uso del material solicitado a la cooperativa.

Figura 62. **Capacitaciones en Cooperativa Coatitlán R.L.**





Fuente: elaboración propia.

En la figura 63 se muestran las evaluaciones de las capacitaciones hacia el personal. Para el caso de la evaluación sobre BPA, se realizó de forma verbal e interactiva, debido a que existe un porcentaje del personal que es analfabeta.




Figura 63. Evaluación de capacitación BPM

Universidad San Carlos de Guatemala
Estudiante: Elisa Herculía Marroquín Cuque
Asesor Anacafé: Juan Luis Alvarado
Lugar: Cooperativa Coatlán R.L.
Capacitación: Buenas prácticas de manufactura -BPM-
Nombre: _____

Fecha: _____
Área de trabajo: _____

INSTRUCCIONES: marcar con una "X" la opción que usted considere correcta.

1. Describa la forma correcta del lavado de manos.
2. ¿Cuál es la diferencia entre limpieza y desinfección?
3. A continuación, se presentan tres imágenes que describen los tres tipos de peligros en los alimentos, coloque el nombre que corresponde a cada tipo de peligro.

La imagen muestra que la pizza ha sufrido un alto tiempo de exposición a las condiciones ideales para la multiplicación bacteriana.


4. Mencione la diferencia entre limpieza y desinfección.
5. Coloque los elementos necesarios que un manipulador de alimentos debe utilizar y los hábitos indeseables.

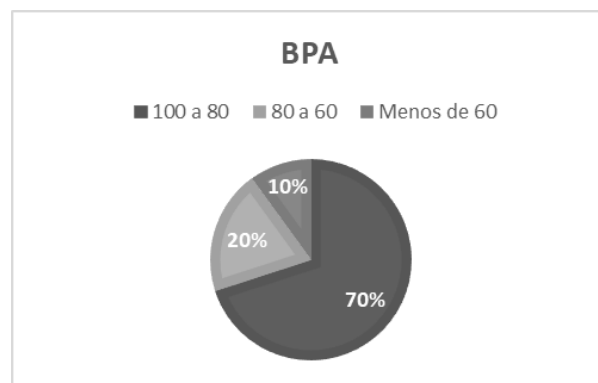
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft PowerPoint 2019.

Los resultados de la evaluación en BPA calificando con 20 puntos cada pregunta se obtuvieron los siguientes punteos. Se puede observar en la figura 64, con una puntuación de 100 a 80 puntos un 70 % de los participantes, de 80

a 60 un 20 % y menor a 60 puntos el 10 %. Lo cual indica que la evaluación fue satisfactoria.

Para la evaluación de BPM dirigido al personal de cafetería y tostaduría, los resultados fueron satisfactorios, ya que con el 100 % de los participantes obtuvieron calificaciones entre 100 a 80 puntos, haciendo efectiva la capacitación en cuanto a ambos temas.

Figura 64. **Resultados de la evaluación BPA**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 65, se muestra el material didáctico para ser utilizado durante la capacitación de BPA, está es una estructura base para poder utilizarlas en capacitaciones a corto, mediano y largo plazo.

Figura 65. **Material didáctico para la capacitación de BPA en beneficio húmedo Coatlán R.L.**



Buenas prácticas agrícolas (BPA)

Es un conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas que se aplican a las diversas etapas de la producción agrícola para garantizar la producción de alimentos sanos e inocuos.

¿Por qué se crearon las buenas prácticas agrícolas?

La preocupación de los consumidores por la calidad e inocuidad de los alimentos que consumen. Así como las consecuencias que causan bacterias como: E.coli, salmonella, moho y otros microorganismos que ponen en riesgo la salud del consumidor y la falta de tratamientos en los desechos del proceso afectan el medio ambiente.





Campeños, Agricultura familiar, Poblaciones indígenas, Mujeres, Agricultores comerciales, Empresarios, Asociaciones y estado

En general, las BPA se basan en tres principios:

1. La obtención de productos sanos que no representen riesgos para la salud de los consumidores.
2. Protección del medio ambiente.
3. Bienestar de los agricultores.





BPA en la caficultura

1. Variedades de café
2. Manejo del café
3. Manejo del suelo
4. Fertilización
5. Agua para el riego
6. Protección del cultivo
7. Recolección
8. Beneficio
9. Manejo de residuos
10. Bienestar laboral
11. Medio ambiente

SEGURIDAD DE LAS PERSONAS



Instalaciones, equipos y procedimientos para casos de accidentes

- En todos los sitios de trabajo con personal permanente, incluso en el campo, deben encontrarse disponibles botiquines de primeros auxilios.
- Todas las señales de advertencia permanentes deben estar escritas en el léxico predominante de los trabajadores. En lo posible, las mismas deberán ser respaldadas por símbolos. Los trabajadores analfabetos debe recibir dichas instrucciones verbalmente.



Lavado de manos



1. Remojarse hasta el codo.
2. Remojarse hasta el antebrazo.
3. Enjabonar con abundante agua.
4. Enjabonar las manos y uñas.
5. Enjabonar con agua limpia para eliminar jabón.
6. Secarlas cuidadosamente con toalla de papel o aire.

Fuente: elaboración propia, empleado Microsoft PowerPoint 2019.

El material didáctico utilizado fue con fotografías mismas de la cooperativa, con el objetivo de ejemplificar el tema de BPA, comparándolo con lo que usualmente observan en sus actividades diarias. Dentro de las BPA, se explican temas como: bienestar de los agricultores, protección del ambiente y obtener productos sanos que eviten riesgo al consumidor.

Para la capacitación de BPM dirigido hacia el área de cafetería y tostadería, se tomaron en cuenta los diversos temas, para reforzar los puntos identificados en el diagnóstico de necesidades de capacitación. En la figura 66 se muestra el material didáctico modelo para las capacitaciones de BPM.

Figura 66. **Material didáctico para la capacitación de BPM, dirigido a cafería y tostadería**

BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM)

Universidad San Carlos de Guatemala
Capacitación: Cooperativa Coatlán R.L.
Por: Elisa Herdilla Mairoquin Cueque
Ingeniería en Industrias Agropecuarias y Forestales
Asesor Asociado: Juan Luis Alvarado

CAUSAS DE NORMAS DE INOCUIDAD

Las distintas crisis alimentarias que se han suscitado en las últimas décadas, la contaminación microbiana de frutas y hortalizas frescas, la Encefalopatía espongiforme bovina (la enfermedad de las "vacas locas") y la influenza aviar, entre otras, han sido detonantes para la creación de lineamientos que evalúen las industrias de alimentos.

CODEX ALIMENTARIUS

La Comisión del Codex Alimentarius fue creada en 1963 por la FAO y la OMS. Codex alimentarius en latín significa "Código sobre alimentos", consiste en una recopilación de normas alimentarias, códigos de prácticas y otras recomendaciones, cuya aplicación busca asegurar que los productos alimentarios sean inocuos y aptos para el consumo.

POR ESTA RAZÓN, MUCHOS PAÍSES HAN ESTABLECIDO DIRECTRICES, NORMAS, REGLAMENTACIONES Y SISTEMAS QUE ASEGUREN LA PROVISIÓN DE ALIMENTOS INOCUOS Y APTOS PARA EL CONSUMO.

FAO y OMC → El Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (MSF) → Normas del Codex Alimentarius y textos afines.

Continuación de la figura 66.

DESCONGELACIÓN

1. Refrigeración
2. Agua potable
3. Microondas
4. Cocción: verduras, hamburguesas, y pequeñas porciones de carnes.

REQUISITOS PARA VISITANTES

- Calzado cerrado
- Redecilla o cofia
- Sin accesorios
- No ingreso de alimentos
- Antes de ingresar lavado correcto de manos, alcohol gel.

ROTACIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS

El manipulador almacenará los productos con:

- Fecha de vencimiento más próxima, delante o arriba de aquellos productos con fecha de vencimiento más lejana.

“Lo Primero que Entra es lo Primero que Sale” (PEPS)

PUNTOS CRÍTICOS DE CONTAMINACIÓN DE ALIMENTOS

Fuente: elaboración propia, empleado Microsoft PowerPoint 2019.

Las capacitaciones de BPA, se impartieron en las oficinas ubicadas frente al beneficio húmedo y para el caso de las BPM, se impartieron en la oficina central de la cooperativa ubicada en la cafetería, la cual cuenta con los medios necesarios para impartir la capacitación.

Los recursos necesarios son todos aquellos elementos que ayudan a impartir de forma adecuada una capacitación: material didáctico, recurso humano y tecnológico. El material didáctico: pizarra, marcadores, trifoliales, pruebas de capacitación, lápiz, lapiceros, hojas, cuaderno para anotaciones y salón de reuniones. Recurso humano como: personal del beneficio húmedo, personal de cafetería y tostaduría, facilitador para impartir capacitación y traductor si fuese necesario. Por último, el recurso tecnológico como: computadora portátil, *usb*, pantalla, proyector, cámara digital o celular con cámara e internet.

4.4. Costo del plan anual

Para identificar los costos del plan anual en la cooperativa no se tomaron en cuenta recursos que la misma cooperativa posee, como: el salón y el mobiliario. Para el caso de los expositores no representa un costo al ser asociados en ANACAFÉ.

Para el área tecnológica la cooperativa cuenta con una pantalla para proyectar material didáctico. La tabla XLVI muestra los materiales necesarios para realizar las capacitaciones en las diferentes áreas de la cooperativa con un total de Q 960.00.

Tabla XLVI. **Costos del plan de capacitación anual**

Materiales	Cantidad	Costo unitario (Q)	Costo total (Q)
Pizarrón	1	80,00	80,00
Marcadores de pizarra	2	10,00	20,00
Hoja de evaluación y trifoliales	200	0,30	60,00
Lapiceros	50	1,00	50,00
Proyector	1	750,00	750,00
Total			960,00

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. La Cooperativa Coatlán R.L. posee deficiencia en la estandarización y transformación de los residuos obtenidos de sus procesos, los cuales tienen el potencial para crear un valor agregado. La falta de desarrollo y estandarización de procesos enfocado a los residuos, es la problemática por solucionar. Por lo anterior se propuso el diseño y desarrollo de productos a base de los diferentes residuos obtenidos en toda la cadena de transformación del café.
2. Se investigaron y desarrollaron cuatro productos a partir de residuos del proceso del café específicamente la pulpa, mucílago, tegumento y poso. Los cuatro productos desarrollados son: infusión de pulpa obtenido del proceso café *honey*, infusión de pulpa con aumento de dulzura del proceso de café *honey*, portavasos biodegradables y jabón orgánico de café.
3. Las infusiones de pulpa se aprobaron por medio de evaluaciones sensoriales hacia el producto y el consumidor. Para el producto uno: infusión de pulpa de café obtenido del proceso semi-lavado, coincidieron ambas evaluaciones sensoriales con la mejor escala de punteo, para la muestra dos y cinco debido a sus características organolépticas uniformes. Para el producto dos: infusión de pulpa de café obtenido del proceso semi-lavado con aumento de dulzura, fue la muestra 1 por su acidez y dulzura balanceados. Para el producto tres los portavasos, la formulación que presentó las mejores características físicas fue T4 con el adhesivo dos. Y para el producto cuatro el jabón orgánico fue la

formulación dos la que presentó mayor estabilidad en el proceso y su producto final.

4. La Cooperativa Coatitlán R.L., cuenta con la maquinaria, equipo y estructura base para la ejecución de los cuatro productos propuestos como: despulpadora y las instalaciones adecuadas que incide en la producción de los cuatro productos. El equipo específico para la elaboración de portavasos y jabón orgánico es de bajo costo, por lo que no implica una excesiva inversión para la cooperativa. También se ha definido la descripción del proceso y diagramas de flujo, para que la ejecución sea productiva en las instalaciones del beneficio húmedo.
5. La factibilidad económica para los cuatros productos fueron evaluados en base a su rentabilidad para la pulpa deshidratada de café (producto uno) fue de 77 %; la pulpa deshidratada de café con aumento de dulzura (producto dos) fue de 61 %; portavasos (producto tres) 87 % y el jabón orgánico de café (producto cuatro) 79 %. Como se puede observar todos los productos diseñados están por arriba del 30 % de rentabilidad resultado factible su desarrollo y diseño para la implementación en la cooperativa.
6. Se identificó la causa raíz en el diagrama de Ishikawa, la cual fue la falta de registros del consumo de agua, evitando la mejora continua de los procesos. Debido a esto el plan de uso y ahorro de agua, incluye el cambio de accesorios en equipos donde fluye el agua y facilita el registro de agua de forma interna en el beneficio, evitar fugas y disminuir el uso excesivo del agua. Así como capacitaciones para el personal, incentivando el uso adecuado del agua y su cuidado.

7. Se identificaron catorce temas de capacitación para los colaboradores derivados de las necesidades de capacitación en diagnóstico las cuales son: buenas prácticas de agrícolas, buenas prácticas de manufactura, seguridad industrial, manipulación de alimentos, uso del agua, secado del café, control de calidad, tendencias del café en el mercado, trabajo en equipo, manejo de residuos, servicio al cliente, calidad en el beneficio húmedo, manejo agronómico del café, mantenimiento de maquinaria y equipo.

RECOMENDACIONES

1. Coordinar las diferentes capacitaciones antes, durante y después de la respectiva cosecha, apoyándose de asesores externos, para que el aprendizaje sea actualizado y el personal esté preparado en los retos que se le presenten durante sus actividades diarias.
2. Mantener el control adecuado de registros del consumo de agua, para que el personal pueda tomar datos de forma correcta, con el objetivo de optimizar procesos, identificar bajas en la calidad del producto y utilizarlo como un medio comparativo de mejora en cada cosecha.
3. Identificar y estar al pendiente de las necesidades del mercado, para que en conjunto con la comisión de proyectos promuevan la innovación de productos para desarrollar en el tiempo donde no exista cosecha.
4. Plantear a la junta directiva de la cooperativa el desarrollo a nivel semi-industrial de los productos nuevos desarrollados para impactar de forma socio-economica a la comunidad.
5. Proyectar a corto plazo el plan de capacitación en temas de seguridad ocupacional, ambiente y de producción; incentivando la educación y preparación entre el recurso humano de la cooperativa.
6. Trazar en conjunto con el plan de ahorro de agua potable las posibles fuentes de mayor impacto en consumo de agua para generar cultura de ahorro desde junta directiva hasta los operarios.

7. Monitorear la factibilidad de los resultados financieros al desempeñar las fases técnico profesional, investigación y docencia; para demostrar el impacto positivo hacia la cooperativa y sus integrantes

BIBLIOGRAFÍA

1. BURON, I. y GARCIA, Rogelio. La calidad del aceite. Madrid, España: Iberoamericana, 1979. 100 p.
2. CHANG, Reynold. *Química general*. 11a ed. México: McGraw-Hill 2014. 608 p.
3. Consejo Oleico Internacional. *Metodología general para la valoración organoléptica del aceite*. COI / t .20/ Doc. nº 13 /Rev.1. Italia: 1996. 29 p.
4. Cooperativa Agrícola Integral Atitlán. *El Paraíso Tz'utujil R.L. Estatutos de Coatitlán*. 110 p.
5. FRERICHS, Gustavo. *Tratado de farmacia práctica*, Tomo I. España: Café Labor, S.A, 1942. 200 p.
6. GEORGE T, Austin. *Manual de procesos químicos en la industria. Aceites, grasas y ceras*. 4a ed. México: McGraw-Hill, 2011. 400 p.
7. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto. *Metodología de investigación*. 4a ed. México: McGraw-Hill. 2011, 400 p.
8. JOHNSON, Robert. *Estadística elemental. Análisis estadístico*. México: Trillas, 1987. 300 p.

9. MARK A. Brown. *Liquid chromatography mass spectrometry. chromatography*. Canada: American Chemical Society, 1989. 34 p.
10. RAMÍREZ, Coste. *El café. La torrefacción y el café bebida*. 2a ed. Canadá: Blume, 1969. 100 p.
11. WATTS, B M. *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*. 5a ed. Canadá: McGraw-Hill, 1992. 200 p.