

**FERCA
SISTEMA DE MEJORAMIENTO EN EL PROCESO DE FERMENTACIÓN
DEL GRANO DE CACAO**

CINDY VANESSA GUEVARA SOTO

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE DISEÑO INDUSTRIAL
PAMPLONA - COLOMBIA
2022**

**FERCA
SISTEMA DE MEJORAMIENTO EN EL PROCESO DE FERMENTACIÓN
DEL GRANO DE CACAO**

CINDY VANESSA GUEVARA SOTO

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TITULO
DE DISEÑADORA INDUSTRIAL**

**Asesora
D.I MARIA ANGÉLICA SILVA VIAÑA**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE DISEÑO INDUSTRIAL
PAMPLONA - COLOMBIA**

202

Dedicatoria

Elige la vida, elige un trabajo, elige una carrera, elige una familia. Elige una maldita televisión gigante, elige lavadoras, reproductores de cd y abrelatas eléctricos. Elige buena salud, colesterol bajo y un seguro dental. Elige las tarifas de pago de hipoteca, elige tu primera casa. Elige a tus amigos. Elige ropa casual y equipaje que combine, elige un traje de tres piezas para pagar a malditos plazos. Elige emborracharte y preguntarte - ¿Quién diablos eres? - un domingo por la mañana.

Elige tu futuro, elige la vida...

¡Gracias por siempre dejarme elegir! Esto es por ustedes padres.

Agradecimientos

¡Gracias a todos los que hicieron parte de esta formación académica y de vida! A los seres que llamamos amigos que en el camino se fueron reduciendo y nos quedamos con los reales, a los profesores pasajeros que hoy ni recordamos sus nombres y a los que recordamos cada día de la vida profesional. Gracias programa de Diseño Industrial y la bella ciudad de Pamplona.

Hoy mis agradecimientos puntuales son para mis padres, mi hermano y Silverio por ser motivación, a mi tutora María Angélica Silva por trasmitirme siempre la seguridad que se necesita para sacar adelante el proyecto, a mis amigos Manuel Nieto y Juan Álvarez por ser mi mano derecha en este proceso.

De seguro han estado presentes muchas más personas a las que tenga que agradecer y dedicar este triunfo, pero sin duda hoy son ustedes.

RESUMEN

Este documento presenta paso a paso el proceso de diseño para llegar a un producto que permite mejorar la fermentación del grano de cacao durante su producción, esto con el fin de darle al grano un buen inicio de los precursores de sabor y aroma que lo definen como un cacao de calidad.

Dicho proceso proyectual se lleva a cabo bajo la metodología de investigación de Hans Gugelot en paralelo con los momentos de la metodología de investigación científica que permiten desarrollar el proyecto en 6 etapas

- Etapa de información
- Etapa de investigación
- Etapa de diseño
- Etapa de Decisión
- Etapa de calculo
- Construcción de prototipo

Como resultado de este proceso se propone FERCA, un objeto que brinda un mejor control del proceso de fermentación, permitiendo perfeccionar actividades claves como lo son la remoción homogénea de los granos y el control de tiempos en cada una de las remociones.

Palabras clave: Fermentación, Cacao, Producción, Calidad, Diseño Industrial

ABSTRACT

This document presents step by step the design process to arrive at a product that allows improving the fermentation of the cocoa bean during its production, this in order to give the bean a good start of the flavor and aroma precursors that define it as quality cocoa.

This project process is carried out under the methodology of Hans Gugelot in parallel with the moments of the research methodology that allow the development of the project in 6 stages.

Information, Research, Design, Decision, Calculation and Prototype construction.

As a result of this process is FERCA, an object that provides better control of the fermentation process, allowing the improvement of key activities such as the homogeneous removal of grains and time control in each of the removals.

Keywords: Fermentation, Cocoa, Production, Quality, Industrial Design

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	6
INDICE DE ILUSTRACIONES	9
CAPÍTULO UNO	12
1 JUSTIFICACION	13
2 ANTECEDENTES	15
3 MARCO REFERENCIAL	18
3.1 Contexto	18
• Origen y Difusión del Cacao en el Mundo	18
• Aprovechamiento del Cacao en Colombia	19
• PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CACAO Y SUS FASES	23
• PROCESO DE FERMENTACIÓN	24
• <i>Etapa 1 – Anaeróbica Alcohólica</i>	24
• <i>Etapa 2 – Aeróbica Láctica</i>	24
• <i>Etapa 3 – Aeróbica Acética</i>	25
• Tipos de fermentadores	26
FERMENTACIÓN Y CALIDAD	27
4 MARCO CONCEPTUAL	28
4.1. Cacao	28
4.2. Tipos de Cacao	29
4.3. Clones de cacao o híbridos	29
4.4. Propiedades organolépticas	29
4.5. sabor y aroma	29
4.6. FERMENTACIÓN	29
4.7. TEMPERATURA	30
4.8. REMOCIÓN DEL CACAO	31
4.9. CHOCOLATE	31
4.10. CALIDAD	31
5 MARCO normativo	32
6 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	34

6.1.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	35
6.2.	OBJETIVO GENERAL.....	35
6.3.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	35
7	DEFINICIÓN DEL MODELO DE INVESTIGACIÓN	36
8	DEFINICIÓN DE LA METODOLOGÍA PROYECTUAL	38
9	ANÁLISIS TIPOLOGICO	40
10	CONDICIONES DE DISEÑO	42
10.1	CONDICIÓN PREVIA A LA ELABORACIÓN DE IDEAS.....	42
10.2	PROCESO DE IDEACIÓN	44
	• Exploración	45
	• Bocetación	48
10.3	CRITERIOS PARA EVALUAR LAS IDEAS	58
10.4	RESULTADO DE LA EVALUACIÓN	63
10.5	CONDICIONES FINALES PARA PRECISAR EL DISEÑO	64
10.6	DESARROLLO DE LAS ALTERNATIVAS	66
	• ALTERNATIVA 1.....	66
	• ALTERNATIVA 2.....	67
	• ALTERNATIVA 3.....	68
11	FACTOR PRODUCTO	76
11.1	ANÁLISIS DE CONFIGURACIÓN FORMAL	76
11.2	CONSOLIDACIÓN HISTÓRICA DE LA FORMA.....	76
	• Volumen	77
	• Contorno	78
	• Superficie	79
	• Material	79
	• Color	79
	• Textura	80
11.3	CRITERIOS ADAPTATIVOS	81
	• Movimiento	81
	• Sonido	82
	RELACIÓN INTER FIGURAL	82
	RELACIÓN INTRA – FIGURAL	82
11.4	RELACIONES DE SUS COMPONENTES	82

11.5	PLANOS DE LA PROPUESTA.....	93
11.6	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	93
11.7	PROCESO PRODUCTIVO DEL ACERO	103
11.8	PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA MADERA	104
12	FACTOR MERCADEO.....	105
12.1	OPORTUNIDAD DE NEGOCIO	105
12.2	DEFINICIÓN DEL MERCADO OBJETIVO	106
12.3	UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	106
12.4	CRITERIOS DEMOGRÁFICOS.....	107
12.5	ESTILO DE VIDA DEL CACAOCULTOR	108
12.6	MARCA	109
	Nombre	109
	Imagotipo	109
	EMPAQUE.....	110
13	FACTOR GESTION	111
13.1	DIFERENCIACIÓN EN EL MERCADO	111
13.2	IMPORTANCIA DE INNOVAR EN EL SECTOR AGRÍCOLA.....	112
13.3	INCURSIÓN AL MERCADO.....	112
13.4	ANÁLISIS DOFA	112
13.5	ESTRATEGIA DE ALIANZA.....	113
13.6	CLIENTE POTENCIAL ESTRATÉGICO	114
13.7	RELACIÓN CON EL CLIENTE.....	114
	Canales de distribución y comunicación	115
13.8	HERRAMIENTAS DE INTERACCIÓN DIGITAL.....	115
	• PÁGINA WEB	116
	• FUENTES DE INGRESO.....	116
	• RECURSOS CLAVES.....	116
	• ACTIVIDADES CLAVES	116
14	FACTOR COSTOS	117
15	FACTOR INNOVACIÓN.....	120
16	Modelo de comprobación tridimensional	122
16.1	GESTIÓN PREVIA DE LA COMPROBACIÓN	122
16.2	INSUMOS PARA REALIZAR LA COMPROBACIÓN	123

16.3	CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS.....	124
	Objetivo 1- Conservar la temperatura natural del proceso de fermentación de cacao.....	124
	Objetivo 2- Generar una remoción homogénea de los granos de cacao durante el tiempo de volteo.....	126
	Objetivo 3- Regular la frecuencia de remoción de los granos durante el proceso de fermentación.....	128
16.4	CONCLUSIONES DE LA COMPROBACIÓN.....	129
17	REDISEÑO.....	131
	IMPACTOS DESDE EL PUNTO DE VISTA SOCIAL.....	132
	IMPACTOS DESDE EL PUNTO DE VISTA ECONÓMICO.....	132
	IMPACTOS DESDE EL PUNTO DE VISTA CULTURAL.....	132
	IMPACTOS DESDE EL PUNTO DE VISTA ECOLÓGICO.....	133
	IMPACTOS DESDE EL PUNTO DE VISTA TECNOLÓGICO.....	134
	IMPACTOS DESDE EL PUNTO DE VISTA ÉTICO.....	134
	Referencias bibliográficas.....	135

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1	Árbol de Cacao, Fuente: (Asociación ASOACASAN, 2020).....	28
Ilustración 2	Comportamiento de la temperatura en el proceso de fermentación. Adaptado de (Mundo Cacao, 2020).....	30
Ilustración 3.	Elemento con el principio de la pirinola.....	49
Ilustración 4.	Cajón lineal con eje de rotación.....	50
Ilustración 5.	Fermentador sube y baja.....	51
Ilustración 6.	Contenedor esférico con movimiento sobre ejes.....	52
Ilustración 7.	Mezclador con movimiento en 4 direcciones.....	53
Ilustración 8.	Semicírculo escalonado.....	54
Ilustración 9.	Barril con mecanismo de remoción en espiral.....	55
Ilustración 10.	Tanqueta rodante bajo gravedad.....	56
Ilustración 11.	Contenedor flexible en banda sinfín.....	57
Ilustración 12.	Alternativa 1.....	66
Ilustración 13.	Alternativa 2.....	67
Ilustración 14.	Alternativa 3.....	68

Ilustración 15. FERCA, fermentador de granos de cacao.....	69
Ilustración 16. Motorreductor y soporte.....	70
Ilustración 17. Detalle de la manija para posicionar el contenedor de manera inclinada.....	70
Ilustración 18. Isometría de la propuesta final	71
Ilustración 19. Detalles de la tapa superior	71
Ilustración 20. Sistema de poleas y orificios de salida del lixiviado.....	72
Ilustración 21. Relación con la figura humana.	72
Ilustración 22. Contexto físico de FERCA.....	73
Ilustración 23. Secuencia de uso de FERCA	74
Ilustración 24. Forma de los Fermentadores. Fuente: (Mundo Cacao, 2020).76	
Ilustración 25. Volumen de FERCA	77
Ilustración 26. Representación del volumen positivo y negativo del artefacto	78
Ilustración 27. Contorno de FERCA.....	79
Ilustración 28. Madera natural fuente Manual técnico de formación para la caracterización de maderas.....	80
Ilustración 29. Aspecto de la madera fuente Pinterest – Fuente: https://www.pinterest.es/pin/703756175865147/	81
Ilustración 30. Apariencia del metal en Ferca	81
Ilustración 31. Movimiento en Ferca	82
Ilustración 32 Proporción	86
Ilustración 33. Estatura	87
Ilustración 34 Altura Codo.....	88
Ilustración 35. Flexión de la columna vertebral.....	89
Ilustración 36. Empalme Superior	90
Ilustración 37. Alcance máximo de la mano.....	91
Ilustración 38. Alcance máximo en posición neutra	91
Ilustración 39.Dimensiones de la mano de hombre y mujer adulto.....	91
Ilustración 40 Planos técnicos.....	93
Ilustración 41 Dispositivo Ferca	94
Ilustración 42 Proceso siderúrgico	104
Ilustración 43 producción madera fuente: madera.....	104
Ilustración 44 mercado.....	106
Ilustración 45 Zonas productoras de cacao del departamento de Santander	107
Ilustración 46 demografía	108
Ilustración 47 Marca del producto	109
Ilustración 48 cartón embalaje	110
Ilustración 49 imagen caja	111
Ilustración 50 DOFA.....	113
Ilustración 51 Detalle de las partes mencionadas en el análisis de costos...117	
Ilustración 52 Despiece de la estructura se soporte para costos.....	118
Ilustración 53 innovación de ferca.....	120
Ilustración 54 Modelo de comprobación	122
Ilustración 55 Oficina de Fedecacao – Entrega del Equipo de Monitoreo.....	123

Ilustración 56 Acompañamiento del personal - Granja Villa Mónica	123
Ilustración 57 Cataloger – Medición térmica	124
Ilustración 58 Temporizador digital programable	129
Ilustración 59 Residuos de granos después del proceso.....	130
Ilustración 60 Ciclo de vida e impactos posibles de un producto.....	133

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de Cacao	21
Tabla 2 Tiempos de fermentación según etapas	25
Tabla 3 Tipos de fermentadores	26
Tabla 4 Clasificación de Calidad del Grano según NTC 1252 para Comercialización Nacional.....	32
Tabla 5 fases de la metodología.....	38
Tabla 7 Dimensiones del cajón fermentador.....	42
Tabla 8 Criterios de evaluación de cada idea ...	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 9 sistema ergonómico.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 10 Descripción del producto a Fabricar ..	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 11 Ficha de evaluación de temperatura.....	124
Tabla 12 Gráfica de Temperaturas	126
Tabla 13 Registro de tiempos	129

CAPÍTULO UNO
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1 JUSTIFICACION

El cacao colombiano goza de prestigio a nivel mundial debido a sus atributos, producto de la biodiversidad, condiciones ambientales de las diferentes regiones del país y el esfuerzo diario de pequeños y medianos productores equivalentes a 35.000 familias. (Procolombia, 2018). Según el Ministerio de Agricultura en su apartado Dirección de cadena agrícolas y forestales, indica que Colombia produce alrededor de 63.416 toneladas de cacao al año, siendo Santander líder del mercado captando un 26.315 toneladas del total producido a nivel nacional, departamento donde se ubica San Vicente de Chucuri, el cual produce 7.000 toneladas de cacao anuales que lo convierte en el municipio más productivo en toda Colombia, y quien goza del premio “Cocoa of excellence” otorgado en el Salón del Chocolate en París- Francia (Fedecacao, 2019).

Las estrategias y esfuerzos aplicados por los agricultores chucureños a la mejora de la producción cacaotera, está apoyada por entidades como la Federación Nacional de Cacaoteros FEDECACAO, el Instituto Colombiano Agropecuario ICA y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuario AGROSAVIA; dichas instituciones han generado adelantos en temas climatológicos y de nuevos clones que aportan al rendimiento de los cultivos y la calidad del fruto (Fedecacao, 2019). Un logro de estos esfuerzos es el descubrimiento de algunos clones regionales como el FSV-41 (Federación San Vicente 41) identificado como propio de la región con la resolución ICA 4185 de Dic 2 de 2014, caracterizado por su alto rendimiento productivo, distintivos morfológicos, propiedades sensoriales con tonalidad avinado, frutado y nuez; con sabor Dulce-Caramelo suave (Fedecacao, 2016).

Dichas cualidades sensoriales son reflejadas durante el desarrollo de la etapa de fermentación en donde los cacaocultores deben controlar variables como temperatura, tiempos de volteos y remoción de los granos, entre otras. Es así como emplear un bien método de fermentación garantiza el inicio de la formación de los precursores del sabor y aroma que posteriormente son complementados en la etapa de secado. (Mundo Cacao, 2020) Los métodos más empleados para desarrollar la fermentación son los cajones de madera usados por el 44.67% de los Cacaocultores y un 39.55% lo hacen en costales. Fedecacao, (2022); estos metodos a pesar de ser lo mas usados no brindan un control eficiente de las varibales, lo que genera deficiencias en el proceso cuando el agricultor no cuenta con los conocimientos suficientes o tiene arreigado procesos erroneos de fermentado.

Teniendo en cuenta lo dicho anteriormente el objetivo del proyecto pretende a través del diseño industrial mejorar el proceso de fermentación mediante la implementación de un sistema mecánico que permita ejercer mayor control sobre las variables determinantes de los precursores de aroma y sabor que le dan el distintivo de calidad a los granos de cacao.

2 ANTECEDENTES

En este apartado, se realiza una breve descripción de investigaciones realizadas con relación al tema de estudio, de manera que la información de estos antecedentes pueda ser relevante en cuanto a actualización y soporte teórico de esta investigación, donde se pretende mejorar el proceso de fermentación del cacao en el municipio de San Vicente de chucuri Santander.

En el campo internacional destacan dos investigaciones, una en Piura, Perú, la cual procuraba como objetivo diseñar un fermentador en acero inoxidable que mejorara las condiciones del proceso de fermentación en los granos de cacao y la calidad del mismo. Su metodología se enfocó en una revisión bibliográfica, que le permitiría estudiar países que hubieran desarrollado y mejorado el proceso de fermentación e identificar que los fermentadores de cajones de madera lineales o convencionales presentaban desventajas referentes a la uniformidad o pérdida de temperatura, dificultad para la remoción de granos y fácil contaminación (Castillo, 2019)

Gracias al análisis previo se obtuvieron datos de parámetros relevantes para el diseño y construcción de un prototipo que cubriera las necesidades del proceso de fermentación, dicho proceso modelado en 3d y validado. El prototipo fue comparado con procesos tradicionales de fermentación teniendo en cuenta variables como temperatura, humedad y pH, concluyendo que la temperatura del fermentador construido en acero fue uniforme en los diferentes momentos y hubo menos interferencia de la temperatura ambiente, con referente a la humedad y pH los resultados obedecieron a los estándares internacionales (Castillo, 2019)

Se realizó también otra investigación latinoamericana en la Republica de Ecuador. Como objetivo, este estudio pretendía, mejorar el proceso de fermentación del cacao de las variedades nacional y Colección Castro Naranjal (CCN51) utilizando dos tipos de fermentadores (horizontal y rotatorio) para obtener mayores niveles de calidad. Las actividades desarrolladas para el seguimiento de esta investigación fueron de campo y laboratorio, donde se establecieron parámetros para la recolección de mazorcas, separación de los tipos de cacao a estudiar y la cantidad que iría a los fermentadores, seguido por el rastreo mediante la cuantificación del índice de fermentación, contenido de polifenoles, flavonoides, y taninos (Llerena, 2016).

La investigación concluyó que, las variedades estudiadas en los cajones fermentadores utilizados influyeron positivamente sobre la calidad del cacao, los cambios físicos y químicos que se inician desde el comienzo de la fermentación presentaron tendencias definidas para cada una de las variables analizadas, comparando los valores de pH, acidez, porcentaje de humedad y grasa. Señalando que para el cacao Nacional es apropiado el fermentador horizontal y para la variedad CCN51 es apropiado el fermentador rotatorio (Llerena, 2016).

En el campo nacional se destacan investigaciones, en diferentes Departamentos como el Meta y Arauca. En la primera de ellas, se realizó un estudio para evaluar teóricamente la optimización del proceso de fermentación del cacao con microorganismos nativos bajo condiciones controladas, determinando así el rol y etapa en la que participa cada uno de éstos, y la importancia del monitoreo de variables para incrementar la calidad del grano fermentado respecto a sus propiedades organolépticas (Garcia, 2021).

Para esto, como ruta metodológica se realizó una revisión de literatura científica y alternativamente se llevó a cabo el proceso de fermentación bajo condiciones controladas, demostrando que el proceso fermentativo consta de tres etapas importantes: anaeróbica, aerobia y, oxidativa, importante para que se dé la descomposición interna del grano y es la precursora del sabor, olor y color. El estudio evidenció que a lo largo de estas etapas la población microbiológica varía asociada a factores como la temperatura y pH, y a su vez, identificó que controlar las variables como temperatura, pH y oxígeno, es importante para brindar condiciones óptimas de desarrollo a los microorganismos como levaduras o bacterias formadoras de esporas y hongos filamentosos (Garcia, 2021).

En Arauca se realizó en el año 2016 un diagnóstico de las prácticas de beneficio del cacao, el objetivo del mismo pretendía identificar las practicas que se realizan con respecto a la fermentación y seque en las principales zonas cacaoteras del departamento, para desarrollar el diagnostico los investigadores hicieron un trabajo de campo (comprendiendo desde entrevistas hasta evidencia fotográfica) en fincas cacaoteras ubicadas en los municipios de Saravena, Fortul, Tame y Arauquita (Velasquez, Sandoval, & Chamorro, 2016). La información obtenida arrojó como resultado que el 70% de las fincas no posee un área delimitada para el proceso de beneficio y consecuente a esto, existen carencias de instalaciones para el proceso de fermentación no

garantizando la inocuidad. Además, se pudo apreciar que el 69% de las fincas utilizan cajones de madera hechos con madera de la región o incluso no poseen el cajón lineal tradicional obligándolos a fermentar en saco u otros métodos, que afectan la comercialización de un grano de calidad. Por último, el diagnóstico demostró que las frecuencias de remoción a realizar y el tiempo entre estas no es clara entre los cacaocultores comprometiendo las fases de la fermentación (Velasquez, Sandoval, & Chamorro, 2016).

De acuerdo a las anteriores investigaciones mencionadas, se encuentra, que en su mayoría los trabajos realizados recalcan entre sus objetivos la importancia de mejorar el proceso de fermentación, bien sea generando nuevos diseños o identificando que clones se adecuan mejor a los tipos de cajones ya existentes, lo anterior, teniendo en cuenta variables de clara importancia para una fermentación de alta calidad como: temperatura y humedad, condiciones que ayudan a crear un ambiente adecuado para los microorganismos que llevan a cabo el proceso en sus diferentes fases.

3 MARCO REFERENCIAL

Para dar soporte a esta investigación se propone un marco referencial que sitúe al lector dentro del contexto de la producción cacaotera, que permita tener claridad de los conceptos abordados durante el proyecto y, asimismo, se plantean posturas teóricas con respecto al proceso de la fermentación del grano del cacao y la normatividad asociada a ello.

3.1 Contexto

- **Origen y Difusión del Cacao en el Mundo**

La historia más remota se remonta al año 600 a.C, los Mayas lo denominaron “cacauatl” lo cultivaban y mezclaban en agua con especias como pimienta y clavo; el (xocolat) o (agua amarga), era ritualizado por sus propiedades vigorizantes. (Observatorio del Cacao , 2021). Al invadir los Aztecas el territorio Maya se apoderan de su economía, incluyendo el Cacao, quienes lo consideraron tanpreciado que se utilizó al “haba” o almendra de cacao como moneda de cambio.

Se dice que Cristóbal Colón fue el primer occidental en probar esta bebida, que a tientas de su sabor no causó mucha impresión en el conquistador, probablemente durante su expedición en 1502 a Nicaragua, cuando se encontraba en busca de nuevas rutas marítimas para las especias de oriente. América no fue sinónimo de oro y plata, sino también de todo tipo de riquezas gastronómicas.

Hernán Cortés, al regresar a España (1528) y tras su expedición al imperio azteca llevó consigo la receta azteca del *xocoatl* (bebida de chocolate). La popularidad de la bebida en el viejo continente no fue bien recibida sino hasta que se le agregó miel o azúcar, convirtiéndose en una bebida con aceptación entre las elites y cortes europeas (Observatorio del Cacao , 2021).

Algunas situaciones no concretas ponen al cacao en una posición elevada, favoreciendo su reconocimiento en todo Europa, al ser parte de la concesión o la dote en la unión entre Ana de Austria hija de Felipe III de Austria con Luis XIII de Francia, divulgándose su buen sabor por todo el territorio francés. Seguidamente Londres, Ámsterdam, Bélgica y así creció la necesidad de

cultivarlo en diferentes países. “Las demandas crecieron de forma exponencial, las colonias africanas de España comenzaron su cultivo en la isla de Bioko y de allí las semillas se enviaron a Nigeria (1874) Ghana (1879) y Camerún (1925)”. Actualmente el 70% del cacao que se consume en el mundo procede de África occidental (Costa de Marfil, Ghana). (Observatorio del Cacao , 2021)

- **Aprovechamiento del Cacao en Colombia**

Según (Federación Nacional de Cacaoteros, 2021) en Colombia se cultiva cacao desde la época colonial, constituyéndose desde entonces como exportador, esto hasta 1920 cuando dejó de serlo.

A mediados de los 80 volvió a comercializarse con gran éxito en el exterior, aunque no fue suficiente para satisfacer la demanda externa, ocupando el puesto 11 en la estadística con una producción de 38.000 toneladas seguido de México con 35.000. “Actualmente el cultivo de cacao en Colombia se caracteriza por el uso de bajos niveles de tecnología y bajas densidades de siembra (600 a 700) arboles por hectáreas. Esto genera una productividad de 479 kilogramos x hectárea al año”. (Fedecacao, 2021, p.10)

La cadena agroindustrial está conformada inicialmente por productores de cacao en grano (producción primaria), acopiadores regionales, grandes superficies, distribuidores de chocolates, exportadores de productos semielaborados, exportadores de grano (comercio) y productores de chocolates y confites.

En este primer eslabón se encuentran cerca de 35 mil familias cacao cultoras, algunas de ellas han abandonado los cultivos ilícitos y se han sumado a esta gran pieza productiva como una alternativa de vida sustentable en el tiempo y dentro de los márgenes legales; 15 mil de ellas se encuentran en Santander, departamento que acumula el 40% de las 57 mil toneladas que produce Colombia al año y donde se encuentra San Vicente de Chucuri, municipio con la mayor producción de cacao de toda Colombia, gracias a sus 7 mil toneladas anuales y en el que su comercio gira en torno a este grano que es insignia de este territorio. (CESA Colegio de Estudios Superiores de Administración, 2020)

Este éxito sobre el cultivo de cacao en el territorio Colombiano ha sido gracias a dos factores: las condiciones meteorológicas otorgadas por sus grandes

afluentes de agua y bosques, lo que ha otorgado a la tierra las condiciones óptimas para su explotación, haciendo del cacao nacional un grano recocido a nivel mundial por su buen sabor y aroma, características que sólo posee el 5% de la producción total mundial de dicho grano y luego están los esfuerzos de la Federación Nacional de Cacaoteros fundada en 1960 con la finalidad de representar y defender los intereses de los cacaoteros a nivel nacional (Fedecacao, 2022)

Actualmente los esfuerzos de las entidades en cuestión se centran en incrementar la calidad de los diferentes derivados del cacao en las regiones cacaoteras del país, mediante una adecuada selección, propagación asexual de clones regionales de alto rendimiento, tolerantes a plagas y enfermedades, resultados que se dan en un incremento en la calidad y productividad nacional.

El mayor incentivo para Colombia a esta instancia es haber alcanzado su ratificación como productor de *cacao fino de sabor y aroma* por La Organización Internacional del Cacao (ICCO) alcanzando una posición como competidor ante un mercado internacional cada vez más exigente. (Federacion Nacional de Cacaoteros, 2022)

3.1.3. Estado actual del Cacao en Colombia

De acuerdo a lo afirmado por la Federación Nacional de Cacaoteros, (2015) en su guía para el cultivo del cacao, destaca que el cacao nacional en ocasiones es considerado un cuarto grupo, aunque no se describe en la (*Tabla 1*) ha demostrado altos niveles de competitividad en sus granos, evolucionando y adaptándose a los nuevos retos que son cumplidos gracias a investigaciones que culminan con el desarrollo de nuevos híbridos o clones, y es que actualmente la exigencia de los mercados está centrada en la calidad del grano mediante estándares visuales (tamaño y color) y organolépticos (aroma y sabor) características que dependen del rendimiento y cualidades del clon. De acuerdo a esto en la siguiente tabla se describen los tipos de cacao y sus características principales.

Tabla 1. Tipos de Cacao

Criollos	Forasteros o amazónicos	Híbridos
<p>Fruto alargado, el cotiledón que recién se extrae es ligeramente rosa, de delicado manejo, cuando está correctamente aprovechado su color es parduzco o castaño claro.</p> <p>Alta susceptibilidad a plagas y enfermedades. Lenta producción y baja productividad por árbol. De sabor dulce y aroma delicado.</p> <p>Proviene de selvas húmedas en México y en la cuenca del Orinoco</p>	<p>Almendra relativamente pequeña, Acidez elevada. El grano que es aprovechado se seca con tonalidad oscura, con alto contenido de grasa, pero menor calidad en aroma y sabor. El chocolate que se obtiene es de sabor amargo.</p> <p>Originarios de la cuenca alta de río Amazonas de ahí parte su nombre</p>	<p>Resultante del cruzamiento sexual entre clones, (criollos y/o forasteros) con el fin de mejorar calidad, productividad, precocidad y respuesta a plagas y enfermedades.</p>

Elaboración Propia 01 Adaptación - Guía Práctica para el Cultivo del Cacao. Sexta Edición

La generación de nuevos híbridos se da, como se explica en la tabla 1, por el cruce entre clones, estas nuevas familias de plantas se dan tras años de investigación y se entregan a los cacao-cultores colombianos, como instrumento clave en el aumento de la producción y el fortalecimiento de la productividad, aspectos fundamentales en el propósito de alcanzar una mayor rentabilidad para el cacaocultor y para mantener el posicionamiento del grano colombiano en el mercado mundial. Dichos objetivos se ven reflejados en algunos clones como los son: Fedecacao San Vicente 41 (FSV 41) y FSV 155, entre otros.

En el caso de los clones FSV41 y FSV155, híbridos provenientes de la finca La Esperanza y Granja Villa Mónica en San Vicente de Chucurí (Santander), son plantas con las que se evidencia un atributo inconfundible al traer al paladar

una intensidad media de sabor a cacao acompañado de un aroma dulce y notas frescas, acidez y sensación de astringencia bajas y pequeñas notas frutales cítricas, nuez y dulce, combinación perfecta para visualizarlo en el panorama del mercado internacional. Junto a estos, ya son nueve (9) los genotipos (ver tabla 2) que la Federación Nacional de Cacaoteros a liberado y el Registro Nacional de Cultivares Comerciales del ICA, ha dado su aprobación para la producción en la región Andina-Montaña Santandereana, a este material con importantes rasgos tipo criollo.

Tabla 2. Genotipos registrados

FLE 2	Fedecacao Lebrija 2
FLE3	Fedecacao Lebrija 3
FSV 41	Fedecacao San Vicente 41
FEC 2	Federación El Carmen 2
FEAR 5	Federación Arauquita 5
FTA 2	Fedecacao Tame 2
FSA 12	Fedecacao Saravena Arauca
FSA 13	Fedecacao Saravena Arauca
FSV 155	Federación San Vicente

Es importante mencionar que ya en el año 2013 una muestra de los materiales FSV41 y FSV155, enviadas por Fedecacao eran finalistas en el máximo certamen del sector a nivel mundial como es el concurso *Cocoa of Excellence*, el cual se desarrolla en el marco del Salón del Chocolate de París, y este año, 3 muestras procedentes del departamento de Arauca están entre las mejores 50 del mundo y se espera que por cuarta vez el cacao colombiano sobresalga por su excelente calidad (Fedecacao, 2021).

Claro está que, la generación de clones no es el único desarrollo tecnológico que incrementa los estándares del grano, existen también nuevas metodologías en la poda, manejo fitosanitario y el uso de materiales de alto rendimiento que conllevaron al mejoramiento de la productividad de las plantaciones de cacao, pero es, el proceso de fermentación en donde diferentes microorganismos se accionan en condiciones de temperatura, tiempo y pH generando cambios químicos y físicos en el grano, que desarrolla los denominados precursores de aroma y sabor permitiendo a los cacaocultores colombianos seguir compitiendo.

- **Proceso de producción de cacao y sus fases**

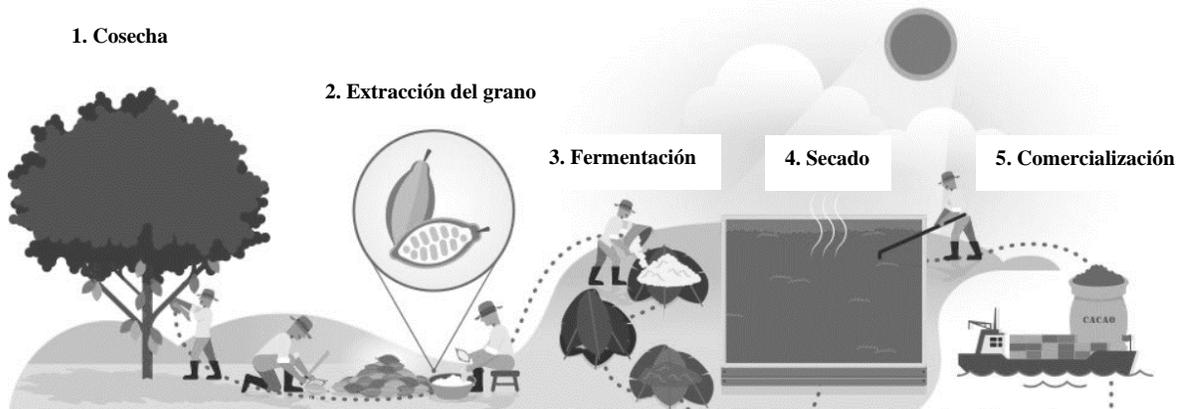


Figura 1 Fases de producción del cacao. Fuente: <https://nestlefamilyclub.es/articulo/como-se-fabrica-el-chocolate#>

El proceso de producción de cacao está dado en 5 fases; la primera y segunda son la cosecha y extracción, en estos dos momentos lo que se busca es que se mantengan las capacidades productivas de cacao y el aprovechamiento del mayor número de mazorcas cercanas a su momento oportuno de maduración (Fedecacao,2021), de modo que a la hora de la extracción se asegure la mejor calidad de cacao en baba posible para su posterior traslado a la fermentación. Con respecto al tiempo entre cosechas es imposible hablar en términos generales dado que influyen variables que en su mayoría no son controladas como: temperatura promedio, humedad relativa, altura sobre el nivel del mar y tipo de clones. Lo que conlleva al agricultor a ajustar la frecuencia de cosecha sobre los materiales más precoces.

El momento de cosecha es determinante ya que se vigila la existencia de mazorcas sobre maduras en el cultivo y la germinación temprana de granos, evitando la posterior inclusión de estos en la cosecha y la posible proliferación de enfermedades o afectaciones en la tercera fase del proceso productivo al interferir en la calidad de la baba a fermentar.

Se hace necesario aclarar que la comercialización de cacao en Colombia no está conectada de forma directa con el proceso de industrialización del grano, que conllevaría a lo que conocemos como chocolate y sus variedades, sino que al ser en su mayoría pequeños productores estos venden su cosecha a intermediarios quienes cumplen el papel de apilar ciertas cantidades de

toneladas y vender a las grandes industrializadoras que son quienes controlan el precio y así hacerlo justo para ambas partes.

En cuanto a su fermentación el tiempo está ligado a las condiciones agroecológicas en donde se va a realizar el proceso, siendo un proceso acelerado en zonas donde la temperatura es alta y un poco lento en zonas donde se tiene más altura.

- **Proceso de fermentación**

El inicio del proceso consiste en extraer los granos de cacao de su corteza para luego apilarlos juntos, fuera de ese medio estéril que les proporciona la baya, se dan las condiciones óptimas para que los microorganismos fomenten su transformación. los cambios se dan en tres etapas anaeróbica o alcohólica, aeróbica o láctica, aeróbica acética. (Mundo Cacao, 2020).

- *Etapa 1 – Anaeróbica Alcohólica*

En la etapa *anaeróbica* se da en ausencia de oxígeno, esto favorece que los *microorganismos* de carácter anaeróbicos como son las (levaduras), crezcan en la pulpa y rodeen el grano descomponiendo los azúcares en alcohol en forma de etanol, además de la formación de dióxido de carbono (CO₂) como gas. Las enzimas péctinolíticas que contiene las levaduras rompen las células de la pulpa haciendo que el jugo salga. Estas levaduras también producen compuestos aromáticos convirtiéndose en precursoras iniciales del sabor y aroma. (Mundo Cacao, 2020)

- *Etapa 2 – Aeróbica Láctica*

En la etapa *aeróbica- láctica* hay presencia de oxígeno, las bacterias ácido-lácticas como *Lactobacillus*, *L. plantarum*, *L. collinoides* y *L. fermentum*; han estado presentes desde el inicio, pero esta vez al disponer de oxígeno, fomentan cambios metabólicos importantes, como lo es disponer de la glucosa para obtener energía y generar productos de desecho.. (Mundo Cacao, 2020), al metabolizarse la glucosa que es la labor primordial de la bacterias, se obtienen ácido láctico, ácido acético y etanol todo esto hace que la temperatura se incremente por encima de los 40°C.

- *Etapa 3 – Aeróbica Acética*

En la etapa aeróbica-acética las bacterias ácido acéticas se hacen presentes en un 80% de la microflora de los cajones fermentadores, esto debido a condiciones de mayor aireación; por tanto, la remoción adquiere mucha importancia, pues se busca captar la mayor cantidad de oxígeno posible. Cada actividad microbiana de este proceso garantiza que el contenido de agua, ácido acético, etanol y otras sustancias ingresen al núcleo del grano y promuevan la muerte del embrión; evitando así que este germine (Mundo Cacao, 2020), la temperatura durante esta fase supera los 50°C.

De los cambios físicos más notables se evidencian su color marrón-purpura, gracias a la aparición de las *antocianinas* que son pigmentos solubles propios de células vegetales. La aparición de hongos como *Geotrichium* se da durante esta etapa y ayuda en la generación de compuestos aromáticos, sin embargo, esta etapa debe vigilarse atentamente ya que muchos de estos aeróbicos alteran la acidez, por ejemplo; una fermentación muy larga brinda las condiciones óptimas de humedad para que los hongos se proliferen y segreguen micro toxinas que al final del proceso no son fáciles de eliminar y ocasionan un (off-flavoring) o sabores indeseados (Mundo Cacao, 2020). Los tiempos que toma cada una de las etapas se describen en la (Tabla 2).

Tabla 3. Tiempos de fermentación según etapas

TIEMPO DE FERMENTACIÓN - 5 A 6 DÍAS				
<i>Etapa Anaeróbica</i>	<i>Etapa Aérobica</i>			<i>Tiempo total</i>
48 Horas	24 Horas	24 horas	24 Horas	120
1 volteo	2 volteo	3 volteo	Llevar a secado	Horas en total
48 Horas	24 Horas	24 horas	48 Horas	144
1 volteo	2 volteo	3 volteo	Llevar a secado	Horas en total

Elaboración Propia 02 Adaptado de Norma técnica 1252 – 5 edición

- **Tipos de fermentadores**

En este proceso encontramos 5 tipos de mecanismo que son usados actualmente para realizar la fermentación:

Tabla 4. Tipos de fermentadores

Tipo	Imagen	Características
<i>Cajas automatizadas</i>		Controla el proceso, pero tiene desventajas en capacidad y costos.
<i>Sacos/montones</i>		Primer método empleado y sigue usándose en fincas de escasos recursos económicos.
<i>Cajón de madera rotatorio</i>		Diseñado para facilitar la remoción de los granos. Presenta inconvenientes en la liberación de CO2 y capacidad.
<i>Cajones de madera escalonados</i>		Sistema escalonado para mejorar la homogeneidad de la remoción del grano. Requiere de un mayor espacio e infraestructura más compleja.

Cajón de madera lineal



Sistema más usado por los Cacaocultores. Presenta fallas en la homogeneidad de los volteos.

Conclusión

En Colombia y particularmente en San Vicente de Chucuri el sistema más usado para la fase de fermentación es el cajón lineal de madera debido a su facilidad de construcción, la versatilidad de acondicionamiento en el espacio y su bajo costo. Aunque no es un recurso que garantice total inocuidad y la no liberación de olores propios de la madera, que puedan afectar el sabor u olor del producto final, sin embargo es el recomendado por la Federación Nacional de Cacaoteros (FEDECACAO) quienes afirman en su guía técnica lo siguiente: “los granos extraídos de la mazorca deben depositarse en cajones o recipientes de madera, con orificios en el fondo para la salida de la baba o líquidos que se desprenden del mucílago”

Adaptado de (Federacion Nacional de Cacaoteros, 2015)

Fermentación y Calidad

En este punto es importante aclarar que un buen resultado en la etapa de fermentación es un estado más próximo en el alcance de la calidad, ya que se desarrollan el mayor número de precursores del olor y el sabor, pero no es el único proceso que interviene de forma definitiva para alcanzarla. La calidad también dependerá de la etapa de secado ya que la humedad del grano al abandonar el fermentador rodea un total del 60% reduciéndose gradualmente de 6 a un 7% durante la fase de secado. Otra particularidad no menos importante es la regulación de los estados muy elevados de acidez y astringencia que aún conserva el grano por la acción del ácido acético y que al secarse se reducen a estados óptimos (Mundo Cacao, 2020).

4 MARCO CONCEPTUAL

4.1. Cacao

El cacao es un fruto de origen tropical proviene del árbol de cacao, su aspecto es el de una baya grande que comúnmente se le llama “mazorca” científicamente se le denomina “*Theobroma Cacao L* – que significa alimento de los dioses-” (Observatorio del Cacao , 2021), y según la Organización internacional del cacao, (2018) este se originó millones de años atrás en los Andes. Esta planta ancestral presentó cambios evolutivos que dieron comienzo a más de 22 especies de la misma, entre ella el *T. Cacao* la más conocida hasta el día de hoy.

El árbol de cacao tiene las siguientes características:

- Tiene una altura de 4 a 8 metros.
- Sus frutos contienen de 30 a 40 semillas de color marrón rojizo cubiertas de una pulpa blanca dulce y comestible.
- Tarde entre 4 a 5 años en dar sus primeros frutos.
- Sus frutos se originan de la flor de cacao que origina en las ramas del árbol.



Ilustración 1 Árbol de Cacao, Fuente: (Asociación ASOACASAN, 2020)

4.2. Tipos de Cacao

Desde un punto de vista botánico existen tres tipos: criollos, forasteros y el híbrido o trinitarios siendo el criollo el más fino y de exquisito sabor y aroma. Un híbrido, es el resultante del cruce sexual entre clones, con el fin de mejorar la calidad, productividad, precocidad y/o respuesta a plagas y enfermedades siendo el caso del híbrido o trinitario; descendiente del cruce de criollos y forasteros. (Superintendencia de Industria y Comercio, 2021).

4.3. Clones de cacao o híbridos

Son el resultado de cruzamiento entre especies naturales y modificadas genéticamente con el fin de mejorar calidad, productividad, precocidad, respuesta a plagas y enfermedades (FEDECACAO, 2019)

4.4. Propiedades organolépticas

Según (Mundo Cacao, 2020) el sabor y aroma del cacao son características que determinan su calidad. Su amargor y astringencia son cualidades propias en cada grano de cacao. Lo anterior es requisito fundamental para la elaboración de chocolates de alta calidad y son cualidades que reflejan un proceso de fermentado preciso.

4.5. sabor y aroma

Es cuando las papilas gustativas son estimuladas (sentido del gusto) por ciertas sustancias solubles encontrando diferenciaciones como son: dulce, salado, amargo, astringente, ácido, amargo; en el caso del cacao los sabores más frecuentes que se pueden encontrar en una degustación son: sabores básicos; sabores específicos; sabores adquiridos. Encontrándose variaciones en cada clasificación (Mundo Cacao, 2020).

4.6. Fermentación

La fermentación es una acción espontánea, compleja y dinámica de diferentes microorganismos (levaduras y bacterias) que en condiciones de temperatura y

pH descomponen la pulpa del grano de cacao mediante reacciones bioquímicas de oxidación. (Mundo Cacao, 2020)

4.7. Temperatura

Son los grados centígrados que adopta la microflora dentro cada contenedor a causa de procesos químicos que se dan entre los 43° C y 50°C que permite dar inicio a la descomposición gradual de la pulpa. Temperatura que se gana en las primeras 48h y se mantiene los días restantes.

Según (Observatorio del Cacao , 2021) la elevación de la temperatura es un factor muy importante en la fermentación, este fenómeno permite que el embrión de las almendras muera, dando inicio a reacciones enzimáticas en los tejidos de cada cotiledón.

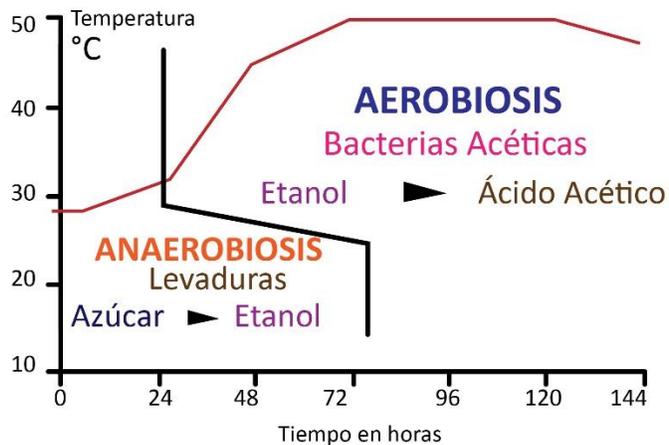


Ilustración 2 Comportamiento de la temperatura en el proceso de fermentación. Adaptado de (Mundo Cacao, 2020)

4.8. Remoción del Cacao

Según Mundo Cacao, (2020) durante las primeras 48 horas el grano debe permanecer quieto, luego es necesario remover la masa de manera homogénea cada 24 horas, permitiendo así la liberación del CO₂ y la entrada de aire para que el oxígeno fomente la oxidación, lográndose una fermentación uniforme.

4.9. Chocolate

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), se afirma que:

“El chocolate es el nombre genérico de los diferentes subproductos de cacao. Se obtiene por un proceso adecuado de fabricación a partir de materias de cacao que pueden combinarse con productos lácteos, azúcares y / o edulcorantes, emulsionantes y / o aromas” (ONU, 2021, p. 2.)

4.10. Calidad

En Colombia para el Cacao en grano que es comercializado, su calidad está determinada por parámetros técnicos donde se estandarizan sus aspectos físicos y químicos. (Ver Tabla 5) Norma Técnica Colombiana NTC 1252, 2022.

5 MARCO NORMATIVO

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación 'ICONTEC' con la intención de brindar soporte y desarrollo al productor campesino como al consumidor, entro en un proceso de Normalización Técnica, del cual hacen parte todos los sectores involucrados al cultivo, que dio con el desarrollo de la NTC 1252-Norma Técnica Colombiana para el Cacao en Grano, vigente gracias a su quinta actualización.

Esta norma tiene como objeto establecer la clasificación y los requisitos que debe cumplir el cacao en grano para la industrialización y posterior consumo humano.

Tabla 5. Clasificación de Calidad del Grano según NTC 1252 para Comercialización Nacional

Requisitos físico químicos	Categoría		
	Premium especial	Estándar	Corriente
<i>Granos bien fermentados, en % Min</i>	70	65	55
<i>Granos insuficientemente fermentados y violetas, en % Max</i>	30	35	45
<i>Masa (peso) en g, de 100 granos</i>	>120	95-120	>95
<i>Contenido de humedad en % fracción de masa, máx.</i>	7,0	7,5	7,0
Tolerancias para el cacao en grano			
Contenido de impurezas o materias extrañas, en % fracción masa, máx.	0	0,3	0,5
Granos con moho interno número de grano/100 granos, máx.	1	3	5
Granos dañados por insectos, o germinados, o ambos, número de granos/100 granos, máx.	1	2	3
Contenido de grano partido, numero de granos/ 100 granos, máx.	1	2	5

Contenido de almendra, en % fracción masa, min	n.a.	n.a.	40-60
Granos sin fermentar (pizarrosos), en 0% máx.	1	3	5

n.a: No es aplicable

Fracción de masa; fracción de masa que se evalúa con respecto a la masa total

NOTA: El termino almendra se refiere al cotiledón o fragmento del cotiledón del grano de cacao

Elaboración Propia 03 Adaptada según información obtenida de la Federación Nacional de Cacaoteros.

Ahora bien, referente a la etapa de beneficio con enfoque en la fermentación, dicha norma no establece una guía exacta para llevar a cabo este proceso, debido a que, es imposible determinar un tiempo de fermentación único para todos los tipos de granos existentes. Pero si puede determinarse la calidad final del grano, desde dos puntos de vista, el primero es el análisis de propiedades físicas (% de fermentación, tamaño, peso, impurezas) entre otros, clasificándolos en tres categorías (Tabla 1). La segunda forma es desde sus propiedades organolépticas, es decir todas las características que perciben los sentidos (sabor, aroma, color, textura) esto con personas calificadas (catadores) que pueden distinguir diferencias. (Federación Nacional de Cacaoteros, 2021)

La certeza que un grano tenga una fermentación adecuada, una insuficiente o un grano sin fermentación, está enfocada en las siguientes características, como expresa la norma:

- Un grano con proceso de fermentación completo, es un grano con una cascara o tegumento de color marrón rojizo o pardo rojizo, que se desprende fácilmente de la almendra. Las almendras tienen un color marrón o pardo rojizo oscuro (color chocolate) con alveolos bien definidos de forma arriñonada y con olor a chocolate.
- Un grano con proceso de fermentación insuficiente muestra un color violeta o marrón violeta en su cotiledón (almendra), de estructura semicompacta y con cascara difícilmente separable.

- Un grano sin fermentación presenta características más diferenciadas, un color interior gris negruzco y una estructura completamente compacta.

6 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La comercialización del grano de cacao tanto en San Vicente de Chucuri como a nivel nacional e internacional está determinada por la calidad del mismo a la hora de generar granos competitivos; calidad que, según los estándares de la Federación Nacional de Cacaoteros, en su guía técnica para el cultivo se asocian a su fermentación afirmando que: “es el paso fundamental en el benéfico del cacao. En este proceso se desarrolla el sabor y el aroma del producto” (Federación Nacional de Cacaoteros, 2015), ahora bien, es necesario responder a la cuestión de ¿cómo se da un proceso de fermentación adecuado? un proceso de fermentación con resultados adecuados está compuesto por tres condiciones claves: un cajón de almacenamiento que permita lograr el alcance de temperatura ideal del proceso, dando inicio a la descomposición del grano de cacao; seguido por la homogeneidad de la remoción que permite la liberación de CO₂, oxigenando el grano; y por último garantizar que dicha remoción se de en los tiempos estipulados.

Actualmente, el proceso de fermentación del cacao de los agricultores chucureños no logra adecuarse en totalidad a los estándares o características de la normativa ICONTEC, ya que en esta fase el proceso es influenciado por variables que no están siendo controladas, debido a la autonomía del agricultor y el manejo empírico de la técnica, y es que, pese a que en San Vicente de Chucuri, como escribe (FEDECACAO, 2019) se cosechan clones potencialmente productivos y de granos ejemplares, cuando se comparan con la producción anual, se visualiza una deficiencia en la calidad del grano fermentado, debido a que el 80% de los agricultores de este municipio recurren a una fermentación empírica. Los cacaocultores chucureños realizan la fermentación en cajones de madera lineales, que, aunque les brinda ventajas en relación a los demás métodos tradicionales, no da control a las variables antes mencionadas, lo que ocasiona: pérdida o ganancia de temperaturas en sus fases, que la remoción de los granos no sea homogénea y no permita la correcta liberación de CO₂, y dichas remociones no se den en los ciclos establecidos.

Para dar mayor soporte a esto, se realizó un proceso de recolección de datos a través de instrumento aplicado y validado de observación directa y Checklist (Anexos 3), que fueron aplicados a 5 campesinos cacaocultores chucureños en una muestra no probabilística y por conveniencia, donde se reveló que, aunque el 80% de los campesinos posean cajones lineales y traten de cumplir con lo que se sugiere en la norma, no siguen las indicaciones necesarias para un fermentado de calidad, demostrando falencias en la técnica, como las frecuencias de remoción mal logradas e incluso ausencia de estas; así como, el deficiente control de temperaturas. Dichos factores, que como se ha escrito a lo largo de la fundamentación teórica, son clave para lograr un grano competitivo. Exponiendo la necesidad de un proceso que necesita ser mejorado y que conlleva a la formulación del problema.

6.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo mejorar el proceso de fermentación del grano de cacao, en el municipio de San Vicente de Chucuri – Santander?

6.2. Objetivo General

Mejorar el proceso de fermentación del grano de cacao, en el municipio de San Vicente de Chucuri – Santander.

6.3. Objetivos específicos

- Conservar la temperatura natural del proceso de fermentación del cacao
- Homogenizar la remoción de los granos de cacao durante el tiempo de volteo
- Regular la frecuencia de remoción de los granos durante el proceso de fermentación

7 DEFINICIÓN DEL MODELO DE INVESTIGACIÓN

La investigación a realizar es aplicada de tipo cuantitativa, teniendo en cuenta la naturaleza de la información que se debe recopilar y el cumplimiento de los objetivos de la misma. Sampieri (2016) afirma en su libro metodología de la investigación que el enfoque cuantitativo pretende medir con precisión las variables a estudiar, acompañado de bases sólidas expuestas en investigaciones previas o en patrones de comportamientos establecidos en determinadas poblaciones, cualidades que, en este caso, se evidencian en la comunidad agricultora del municipio de San Vicente de Chucuri con respecto a la fermentación del grano de cacao.

A modo de dar soporte al enfoque cuantitativo de la investigación, y teniendo en cuenta los datos recolectados a través del instrumento de observación directa y Checklist, se pueden apreciar las falencias existentes en el proceso de fermentación, reflejando así una relación entre variables, por ahora imprecisas, pero que con el desarrollo del proyecto permitan arribar en una solución precisa y con las debidas recomendaciones necesarias para el logro del objetivo planteado.

Por otra parte, con respecto a la concepción o diseño investigativo, la investigación de tipo experimental se aleja del contexto expuesto en los títulos anteriores porque explicado en palabras de (fleiss o`brien y Green) citados por Sampieri “este es un estudio en el cual se manipulan intencionalmente una o más variables independientes para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes dentro de una situación de control para el investigador.”

Y es que, es necesario aclarar que el contexto de la investigación la sitúa en un experimento de campo, haciendo de ella una natural, donde las variables enfrentan condiciones controladas de acuerdo a como lo permite la situación, y dando lugar a un estudio cuasiexperimental que según Sampieri, también manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente y permite observar su efecto sobre una o más variables dependientes, sólo que difieren de los experimentos “puros” en el grado de seguridad que pueda tenerse sobre la equivalencia inicial de los grupos.

En lo referente a la población estudio donde se realizará la investigación y el determinado diseño cuasiexperimental de la misma, se comprende que es necesario delimitar también que esta obedezca al corte longitudinal, que según Sampieri (2016) examinan cambios a través del tiempo en subpoblaciones o grupos específicos y su atención son las cohortes o grupos de individuos vinculados de alguna manera o identificados por una característica común; Como lo son los cacaocultores y la fase de fermentación del grano de cacao.

Lo anterior permitirá la recolección de datos en diferentes momentos de la investigación y otorgará la posibilidad de construir inferencias con respecto al proceso de fermentación y sus variables y condiciones internas.

Ahora bien, a la hora de elegir una muestra poblacional y considerando las condiciones del investigador en términos de recursos y tiempo, el instrumento será aplicado de acuerdo a las pautas de una muestra de carácter no probabilístico y por conveniencia, por lo que se toma un muestreo de 5 agricultores que cumplan con los siguientes requisitos: ser cacaocultor chucureño con más de 10 años de experiencia, propietario o empleado de una finca donde se cultive cacao y con una cantidad productiva superior a 3.5 toneladas al año.

Por último, concordando con la revisión literaria escrita anteriormente que evidencia fallas en la calidad del grano de cacao y demuestra que este proceso es uno no sistematizado que compromete los requisitos para un fermentado de calidad, y teniendo en cuenta también los objetivos propuestos que buscan en gran medida mejorar el proceso de fermentación, se puede intuir que el alcance investigativo es de tipo explicativo, ya que como señala Sampieri “Los estudios explicativos están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables”.

8 DEFINICIÓN DE LA METODOLOGÍA PROYECTUAL

El proceso proyectual se llevará a cabo mediante una adaptación de la Metodología de Hans Gugelot, en paralelo con los momentos de la metodología de investigación científica, en la siguiente tabla se muestran las etapas proyectuales y las actividades correspondientes a las mismas.

Tabla 6. Fases de la metodología

Etapas de Información	<p>Este proyecto inicia con una revisión bibliográfica de tipo documental que permitió contextualizar el fenómeno de estudio, posterior a ello, mediante una visita de campo se obtiene información con un instrumento de observación directa y <i>Checklist</i>, el cual sirve como base para el análisis y descripción de la situación problemática actual.</p> <p>Es así como también se hace un análisis tipológico de los sistemas ya existentes para examinar aspectos como mecanismos, materiales, costos, ventajas y desventajas al momento de cumplir con su función.</p>
Etapas de Investigación	<p>Se realiza un análisis a la información anteriormente recolectada en donde mediante un esquema comparativo evidenciado en la literatura se hace un paralelo en el proceso que se realiza y el proceso ideal que se debe realizar para la fase de fermentación de los granos de cacao.</p> <p>Se establece el planteamiento del problema, preguntas problema y objetivos de la investigación.</p> <p>Además se establecen condiciones necesarias (requerimientos de diseño) para dar paso a la siguiente etapa.</p>
Etapas de Diseño	<p>Inicia la exploración de ideas que con el desarrollo va dando origen a una idea final que será la propuesta final para dar cumplimiento a los objetivos planteados.</p> <p>Esta fase se desarrolla de la siguiente manera</p> <ol style="list-style-type: none">1. Proceso de ideación2. Evaluación de las ideas para el desarrollo de las alternativas

	<p>3. Desarrollo de alternativas</p> <p>4. Evaluación y selección de alternativas para dar cuerpo a una propuesta final en la siguiente etapa</p>
Etapa de Decisión	<p>Teniendo en cuenta el proceso de evaluación resultante de la etapa anterior, se hace un análisis de las condiciones específicas para escoger la propuesta de diseño final.</p> <p>Se construyen representaciones gráficas, estructurales (modelos de comprobación) y se modela tridimensionalmente la propuesta para analizar sus detalles.</p>
Etapa de Cálculo	<p>En este momento cuando ya la propuesta está seleccionada se procede hacer cálculos para su desarrollo objetual en donde se construyen planos técnicos y se analizan los factores: humano, producto, mercadeo, gestión, costos, producción e innovación; que permitirá tomar decisiones de algunos cambios o mejoras en la propuesta.</p> <p>El resultado de este análisis permitirá establecer criterios para un posible Rediseño de la propuesta.</p>
Construcción del prototipo	<p>En esta etapa final se procede a construir el prototipo, con materiales que simulen o se acerquen a los propuestos, con el fin de comprobar su funcionalidad.</p> <p>Se establece el protocolo de comprobaciones para validar el cumplimiento de las condiciones de diseño y los objetivos del proyecto, y posterior a ello se evaluar el prototipo y revelar las conclusiones del proceso.</p>

Adaptado de Metodología de Hans Gugelot.

9 ANÁLISIS TIPOLOGICO

Como antecedentes podemos analizar los sistemas de fermentación usados por los Cacaocultores, los cuales se muestran en la Figura 2, iniciando de izquierda a derecha con el sistema de fermentación en sacos, seguido de los cajones lineales, cajones escalonados y finalizando con el cajón rotatorio trapezoidal y un ejemplo de cajón sistematizado.

Figura 2 Tipologías de mecanismos de fermentación.



Elaboración Propia 04

Como conclusión del análisis realizado (*Ver anexo 11*) a los diferentes mecanismos existentes para realizar el proceso de fermentación, se encontró que el sistema automatizado genera un control de variables mejor que todas las demás opciones teniendo un punto negativo con el material en el que está construido, porque si bien tienen controladores de temperatura, la madera además de ayudar con dicha variable, también aporta propiedades organolépticas a los granos.

En aquellos que si están contruidos en madera se encuentra el sistema tipo tambor que tiene un mecanismo de rotación que ayuda a la remoción de los granos al igual que los cajones escalonados que debido a su posición facilitan el volteo y por ende la oxigenación.

Entre los fermentadores más usados por los agricultores está el cajón lineal, por atributos como su costo de producción y el arraigo social que tiene entre las costumbres de beneficio del cacao.

CAPÍTULO II
PROCESO Y PROPUESTA DE DISEÑO

10 CONDICIONES DE DISEÑO

10.1 Condición previa a la elaboración de ideas

Para iniciar con la etapa creativa es importante precisar que a partir de este punto se deben tener en cuenta tres determinantes que no pueden ser manipulables por el diseñador; la primera de ellas es el material en el cual se construye el contenedor o fermentador, debe ser *madera de preferencia fina y blanda sin olores y sabores; no astillable y sin tratamientos químicos en su superficie*” (Mundo Cacao, 2020).

En la segunda determinante, la Federación Nacional de Cacaoteros (2020) estipula que: “los granos extraídos de la mazorca deben depositarse en cajones o recipientes de madera con orificios en el fondo y a los lados para la salida de la baba”; y por ultima la capacidad y dimensiones instauradas para los contenedores que se determina en el siguiente esquema.

Tabla 7. Dimensiones del cajón fermentador

METROS			CAPACIDAD Kg	
<i>Largo</i>	<i>Ancho</i>	<i>Altura</i>	<i>Húmedo</i>	<i>Seco</i>
0.50	0.4	0.4	72	27
1.00	0.4	0.6	240	80
1.50	0.8	0.6	720	240
2.00	0.8	0.6	960	320

Fuente a: Reproducida de (Mundo Cacao, 2020)

Lo anterior es aplicable como determinante tanto en el proceso de ideación como en la definición de la propuesta final. De más condiciones generales y evaluación de ideas se analizan a profundidad en el (Anexo 1) partiendo de esta determinante se establecen los requerimientos deseables y obligatorios para elaboración de ideas que se describen más adelante.

Para la elaboración de requerimientos de diseño se tuvo en cuenta el manual de diseño industrial de Gerardo Rodríguez y la comparación sistemática de requerimientos de Nigel Cross, esto con el fin de establecer requerimientos

cualitativos que pudiesen medirse bajo criterios cuantitativos, y de esta manera facilitar la evaluación del proceso creativo para llegar a una propuesta final.

Dentro de las categorías de requerimientos cualitativos se listan aspectos desde el uso, la función, la estructura, lo técnico productivo, lo formal y el mercadeo. **(Ver Anexo 1 Condiciones de diseño)**

Tabla 8. Esquema general de las condiciones finales del diseño

Uso	Practicidad Conveniencia Seguridad Mantenimiento Reparación Manipulación Uso Percepción Transporte
Función	Mecanismos Confiabilidad Versatilidad Resistencia Acabados
Estructurales	Número de componentes Carcasa Unión Centro de gravedad
Formales	Estilo Unidad

Elaboración Propia 05 Vista preliminar anexo de condiciones de diseño

Materiales

Según la determinante mencionada anteriormente se contempla la madera y junto ella dos materiales más que pueden complementar la respuesta de diseño como lo muestra la figura 3, los cuales son el metal y el polímero

Figura 3 *Materiales para el diseño*



Elaboración Propia 06

10.2 Proceso de ideación

Se da inicio al proceso de ideación partiendo de una exploración de conceptos de donde surgen otras condiciones y requerimientos, teniendo en cuenta esta ruta formal, se define que el proceso de ideación debe responder tanto a las determinantes establecidas por el marco normativo como a las condiciones dispuestas por el diseñador.

- **Exploración**

Una de las acciones que debe realizar el artefacto para cumplir con sus objetivos es el movimiento, que puede ser empleado en cualquiera de sus formas o maneras de surgir como lo evidencia el moodboard de la figura 4.

Figura 4 Moodboard de la exploración del movimiento



Elaboración Propia 07

- **Funciones**

En este esquema presentado en la figura 5 se da una representación visual de algunas de las funciones básicas que debe tener el artefacto para cumplir su objetivo.

Figura 5 Moodboard de las funciones



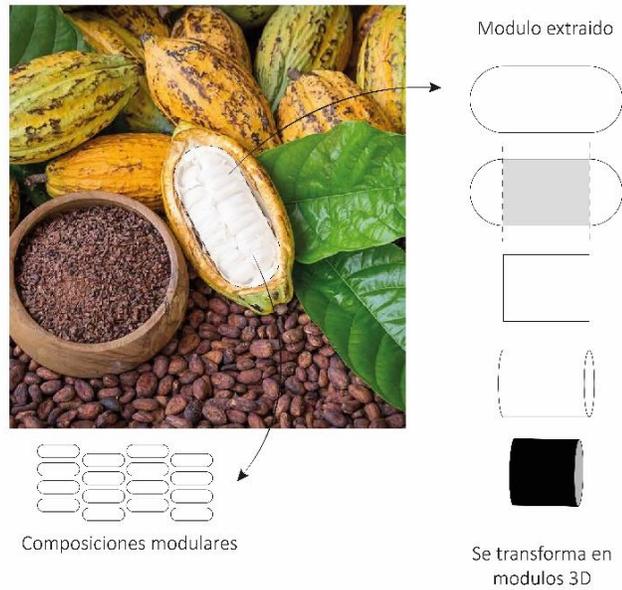
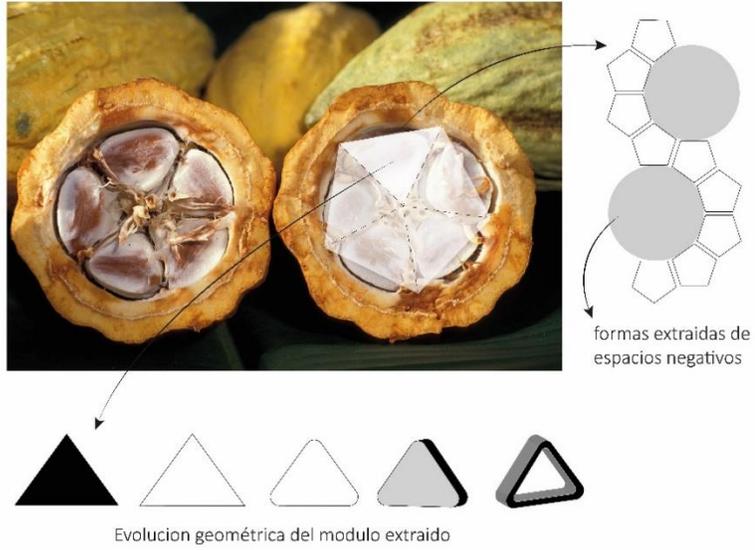
- **Formas**

Para finalizar la etapa de exploración se realizó una morfogénesis del futo de cacao de donde se obtuvieron formas que enriquecen la etapa creativa.

Figura 6 Morfogénesis del fruto de cacao

Morfogénesis del fruto de cacao

Se diseccionaron las siguientes partes del fruto revelando las siguientes formas geométricas, tomadas como referente para la etapa creativa.



Elaboración Propia 08

Bocetación

Se desarrolló un proceso de bocetación que permitiese analizar la forma y la función desde la exploración gráfica, las técnicas de representación que se muestran van desde el color y el marcador, hasta la representación digital por modelado 3d para el caso de las alternativas. Para las ideas se elaboraron 9 bocetos que permitiesen entender la funcionalidad y configuración formal de estas, esto como resultado de una lluvia de ideas

1. Elemento con el principio de la pirinola
2. Cajón lineal con eje de rotación
3. Fermentador sube y baja
4. Contenedor esférico con movimiento sobre ejes
5. Mezclador con movimiento en 4 direcciones
6. Cajones en semicírculo escalonados con giro
7. Barril con mecanismo de remoción en espiral
8. Tanqueta rodante bajo gravedad
9. Contenedor flexible en banda sinfín

Idea 1

En la ilustración 3 se considera un funcionamiento en rotación sobre un eje de 360*grados, que, por su inclinación sumado a la gravedad/ peso, mantenga el curso. Se contempla la fuerza pasiva para su funcionamiento.

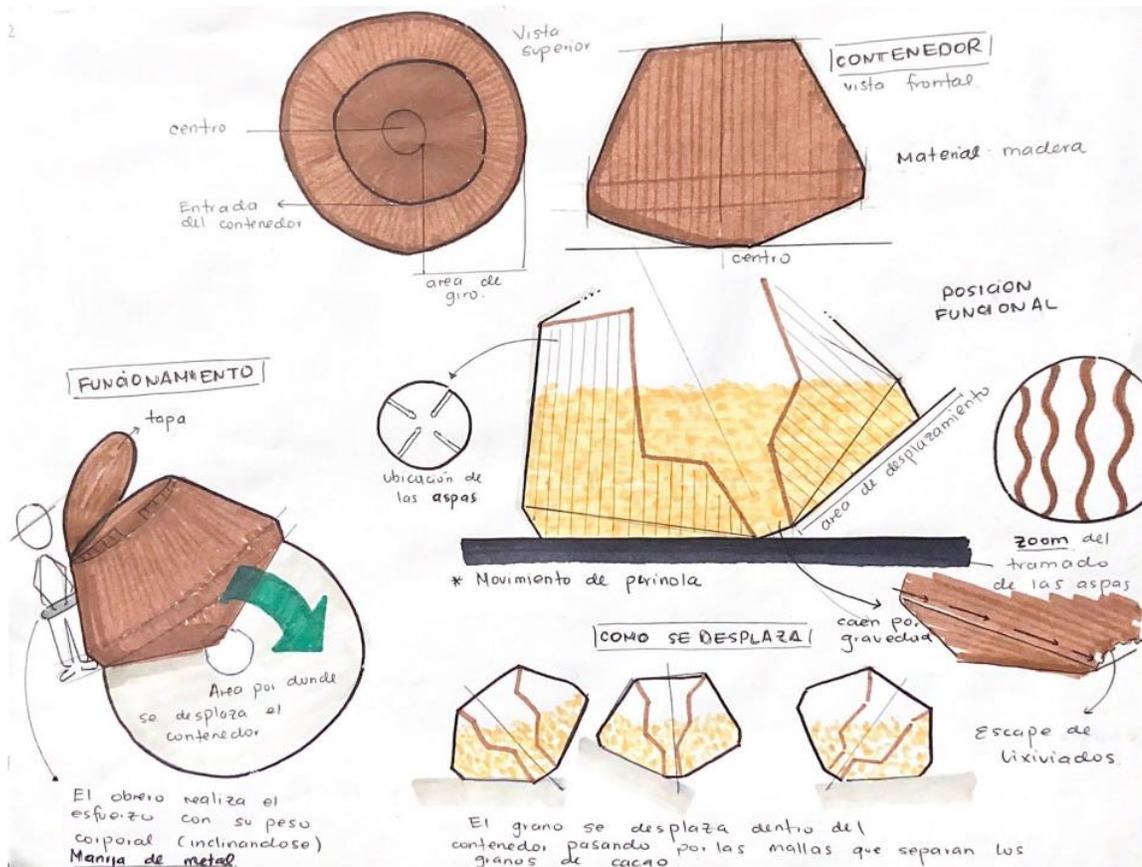


Ilustración 3. Elemento con el principio de la pirinola

Idea 2

En esta estructura presentada en la ilustración 4, quiere conservar parte del funcionamiento y forma del fermentador clásico para no alterar las costumbres del usuario (agricultor), pero aportando un mecanismo de movimiento que facilite la remoción de los granos de cacao.

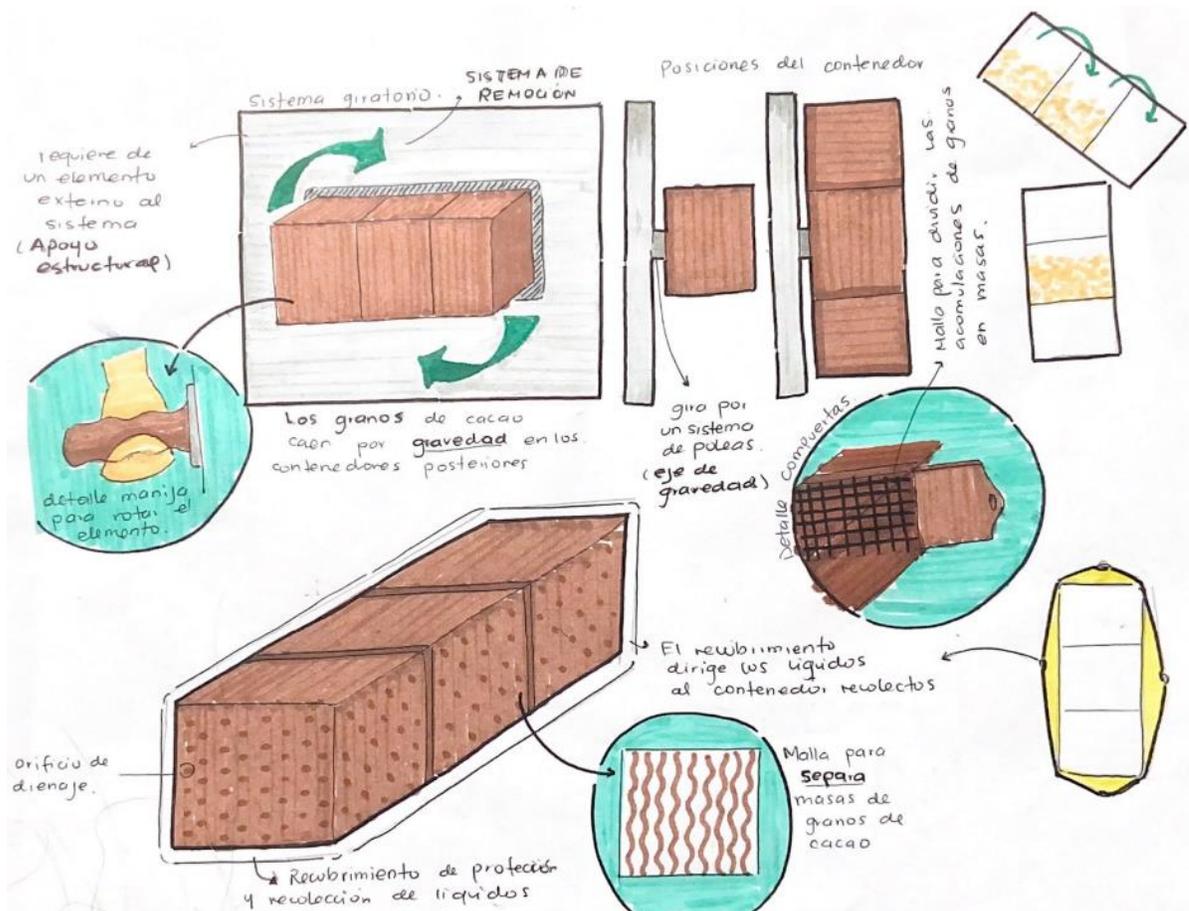


Ilustración 4. Cajón lineal con eje de rotación

Idea 3

La idea 3 representada en la ilustración 5, al igual que la idea 2, se mantiene la forma y función clásica del fermentador lineal para no alterar las costumbres del usuario (agricultor), pero añadiendo un movimiento que facilite la remoción de los granos de cacao.

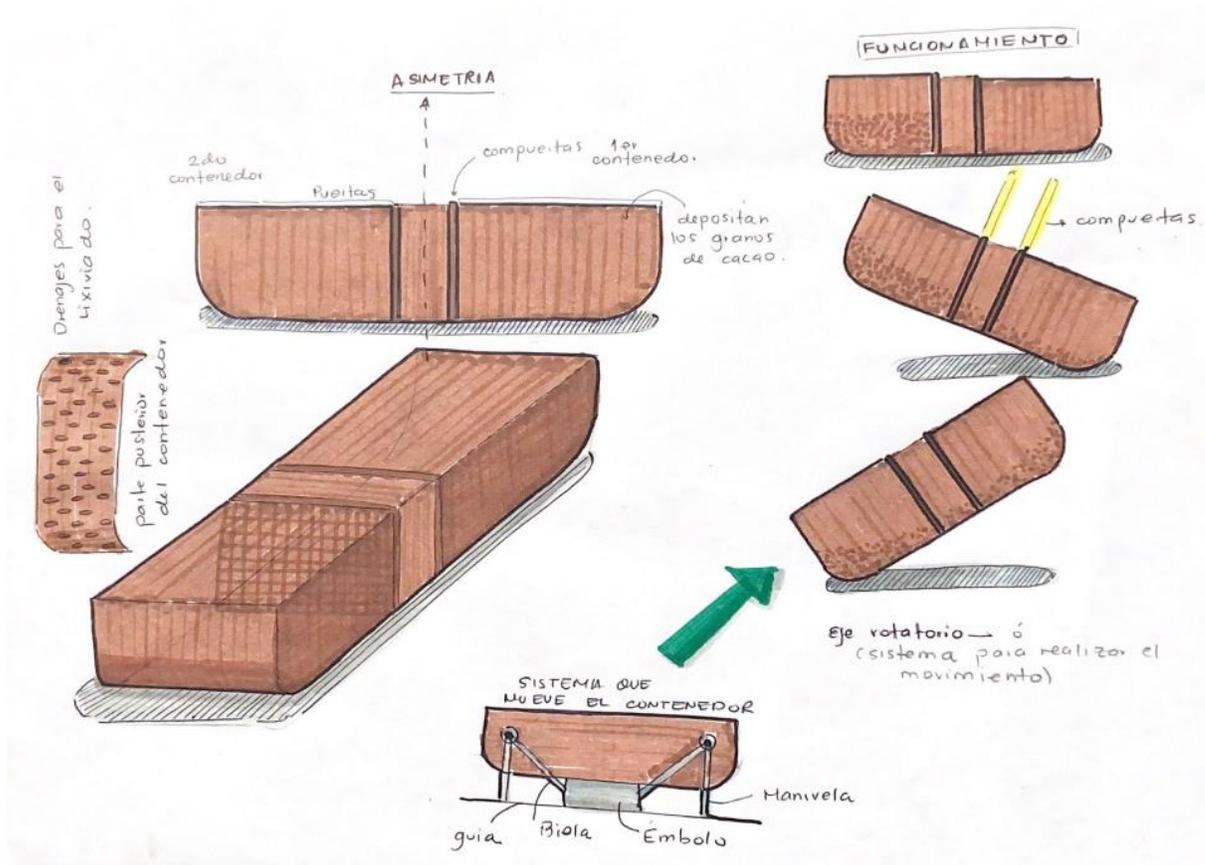


Ilustración 5. Fermentador sube y baja

Idea 4

Se plantea en la ilustración 6 un contenedor esférico, que pueda ejercer un movimiento lineal sobre 2 ejes, en donde la masa gira en dirección del movimiento golpeando las paredes, mediante carriles que mantengan el elemento elevado y resistan su peso. Las astas internas remueven la masa evitando que se compacte su contenido; brindando así homogeneidad en el propósito de fermentar.

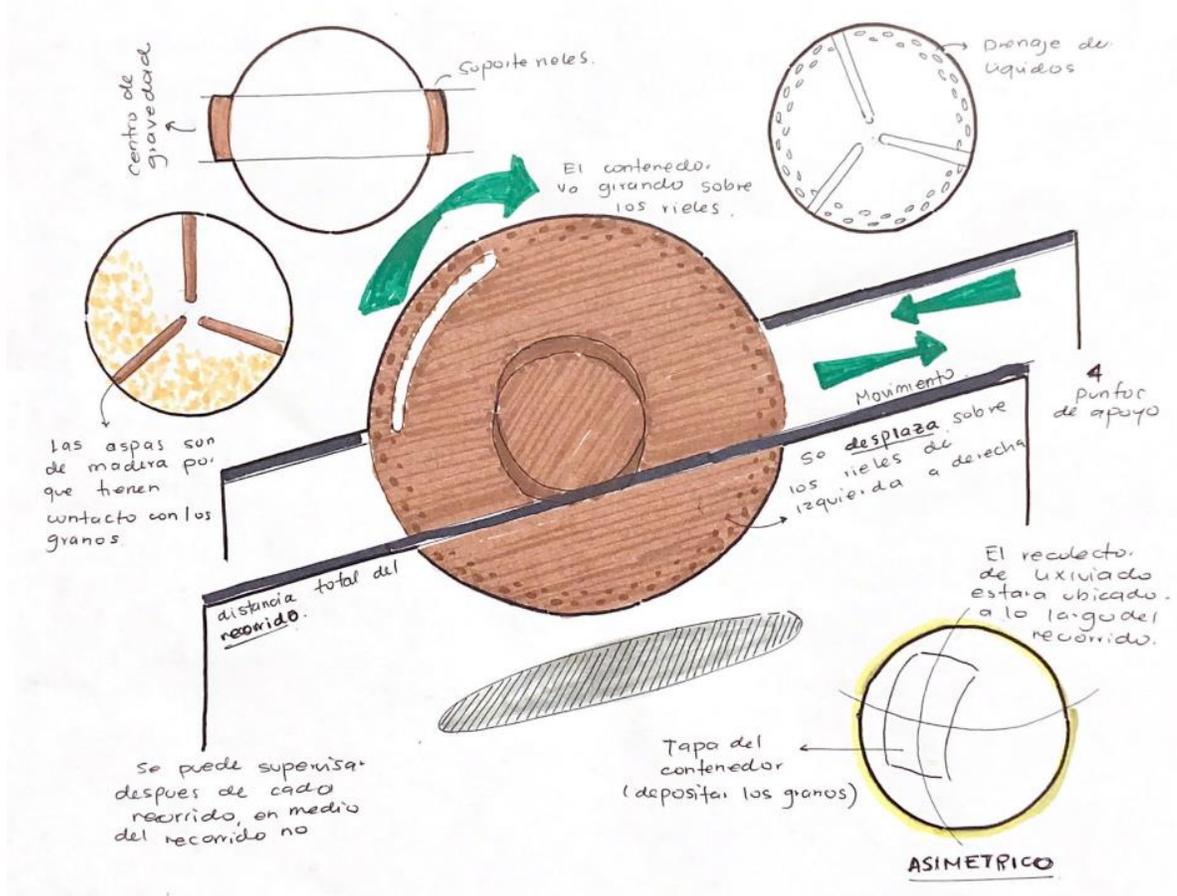


Ilustración 6. Contenedor esférico con movimiento sobre ejes

Idea 5

Como lo enseña la ilustración 7, este sistema balancea el contenedor de lado a lado, con un movimiento circular del tambor, permitiendo así la remoción de los granos y la conservación de la temperatura

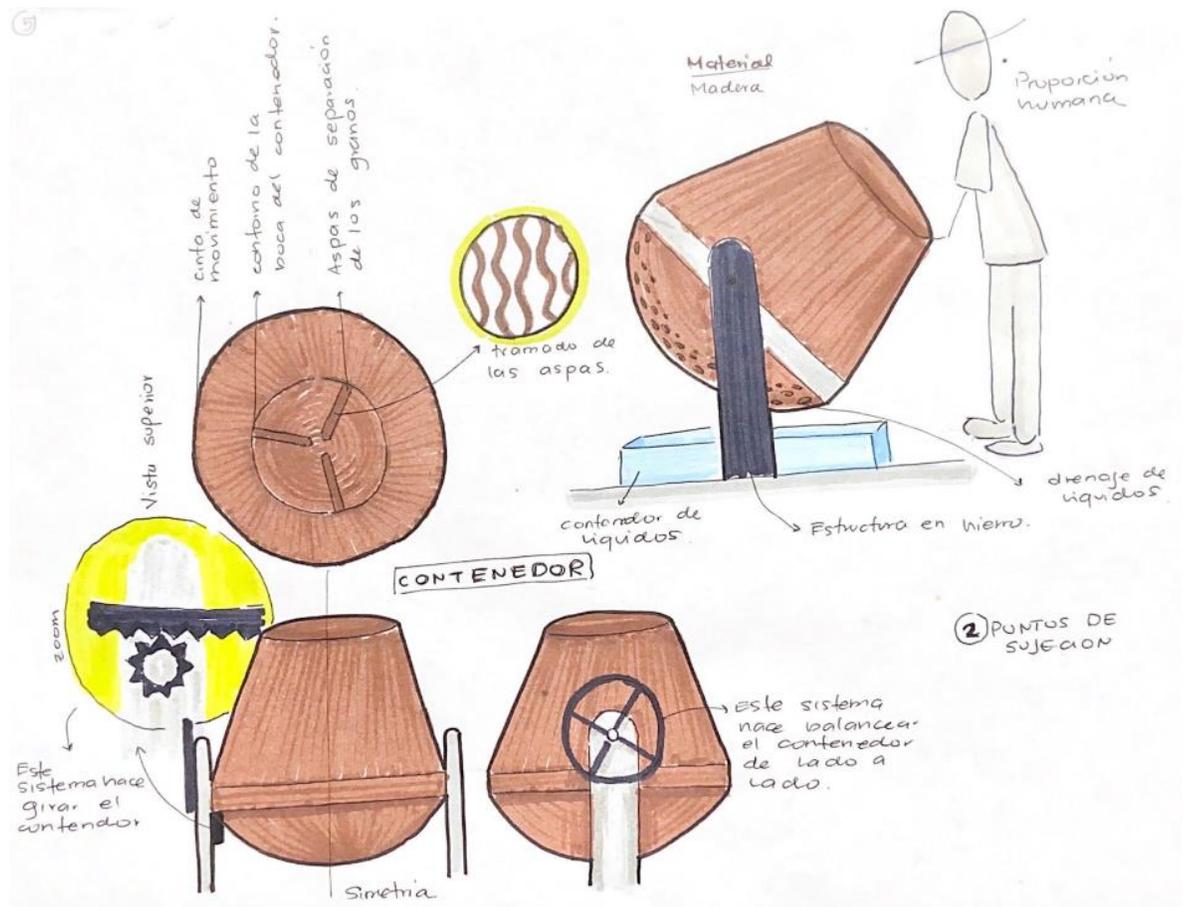


Ilustración 7. Mezclador con movimiento en 4 direcciones

Idea 6

El contenedor es un semicírculo escalonado con una compuerta giratoria que mueve los granos de una esquina llevándolos hacia afuera del recipiente y de esta manera se depositen en el contenedor que está ubicado más abajo como se evidencia en la ilustración 8.

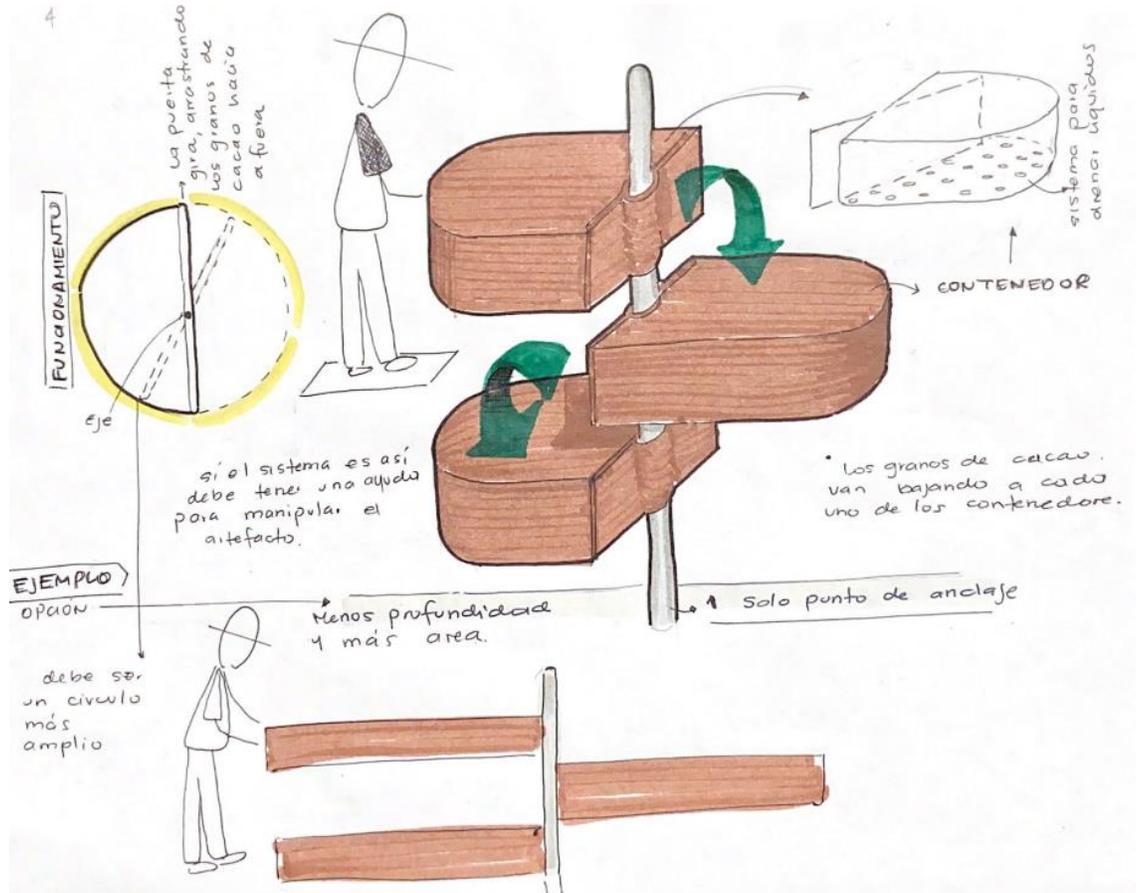


Ilustración 8. Semicírculo escalonado

Idea 7

Un espiral como mecanismo de remoción dentro del contenedor como muestra la *ilustración 9* puede resultar útil y eficiente en el proceso ya que su remoción garantizaría que los granos que se encuentran en el fondo puedan emerger y oxigenarse de forma cíclica garantizando la homogenización de cada grano.

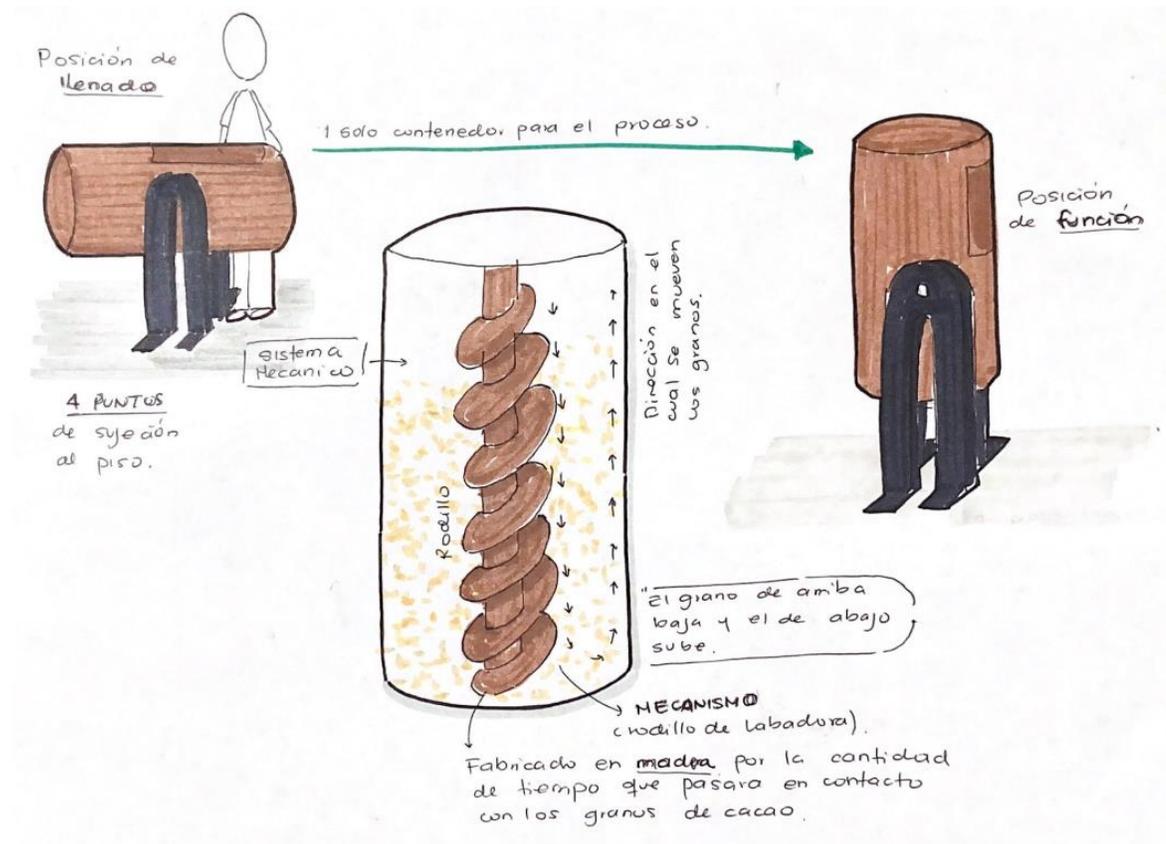


Ilustración 9. Barril con mecanismo de remoción en espiral

Idea 8

En la *ilustración 10* la gravedad juega un papel fundamental en el funcionamiento del objeto, donde se posibilita el movimiento necesario para la remoción a través de un sistema de engranaje clásico.

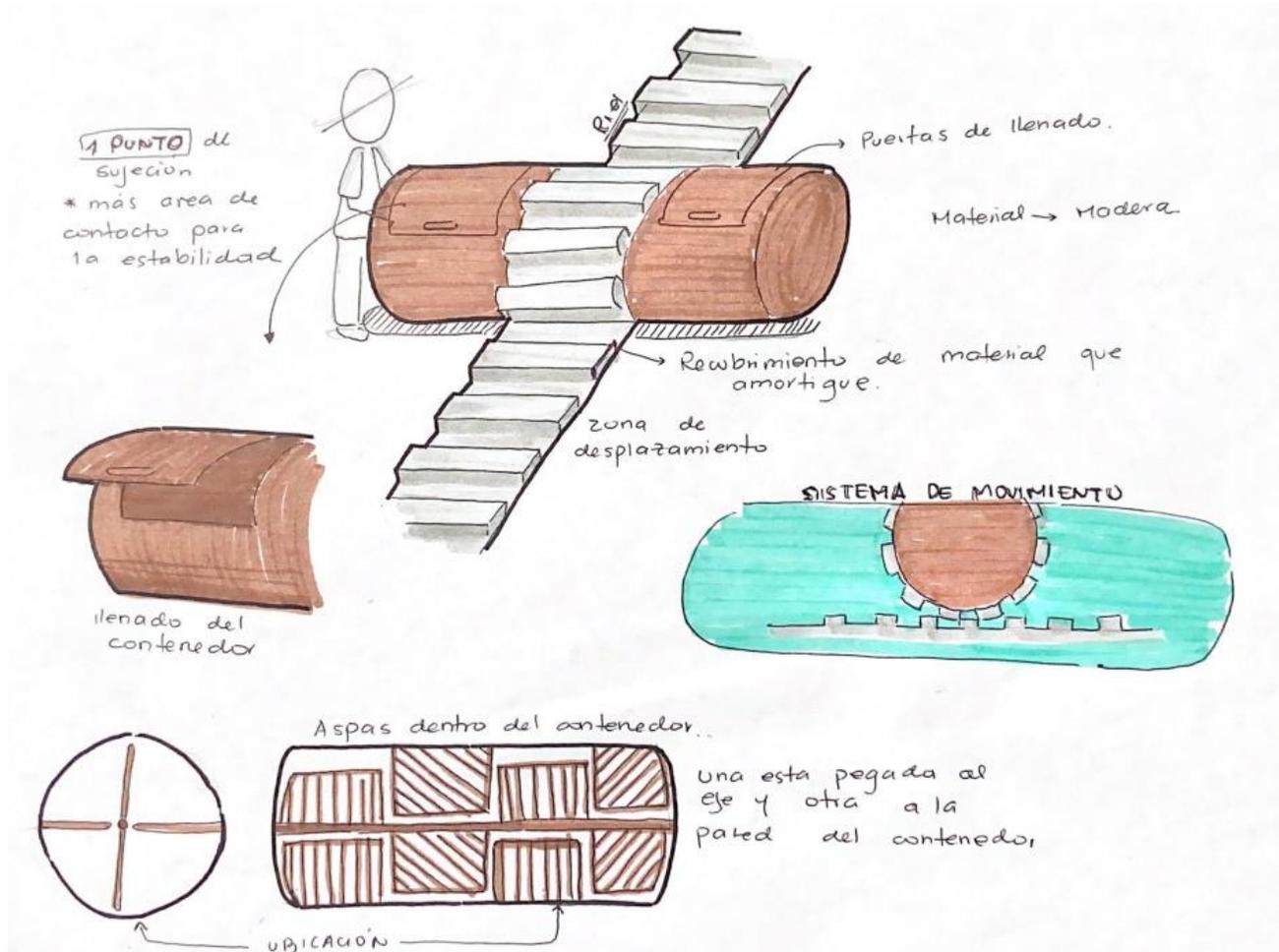


Ilustración 10. Tanqueta rodante bajo gravedad

Idea 9

En la *ilustración 11* tiene como particularidad una estructura flexible que permite la remoción del grano de cacao de un contenedor a otro. Esto como si se tratara de una banda sin fin, de listones corredizos en madera que se desplacen la masa con movimientos ascendentes y descendentes de un punto A al uno B.

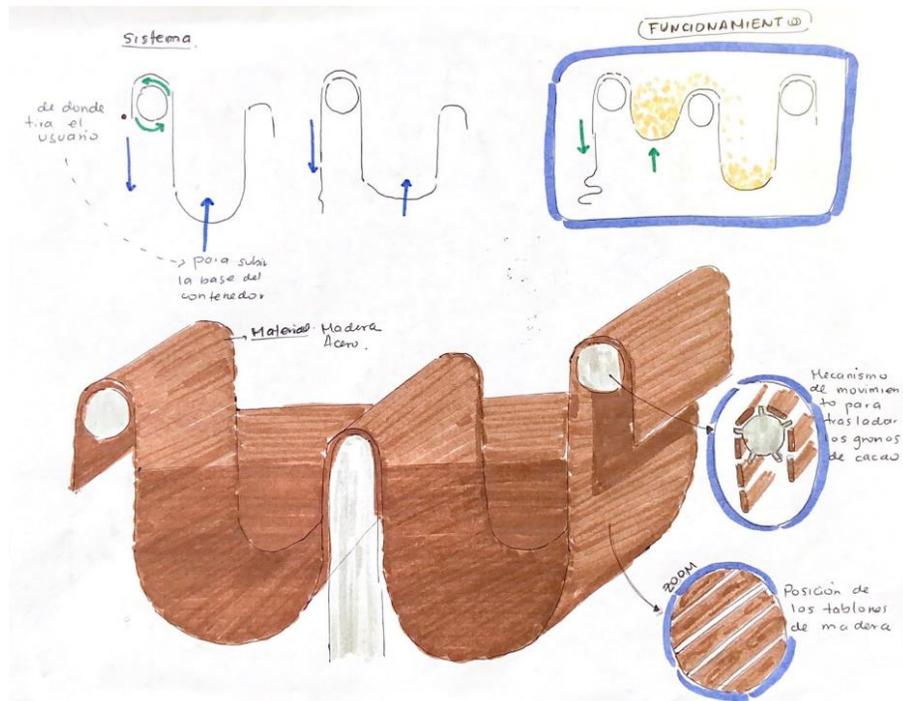


Ilustración 11. Contenedor flexible en banda sinfín.

Valoración y selección de ideas que permiten el desarrollo de alternativas

La valoración de ideas se realiza sobre criterios donde se califica numéricamente el cumplimiento de cada idea con condiciones finales para el diseño, esta vez con criterios estructurados como son de uso, función, estructurales y formales; para dar un primer tamizaje a las ideas y dejando los demás grupos para la evolución de alternativas en donde serán sometidas una nueva evaluación.

10.3 Criterios para evaluar las ideas

Para determinar el listado de criterios de evaluación de la etapa de ideación (*Ver anexo 12*), se basó en la metodología de comparación de requerimientos de Nigel Cross usada por Tecnoparque Colombia la cual permite precisar el diseño en aspectos deseables y obligatorios, lo que permite al diseñador crear una respuesta de diseño basada en sus deseos y en lo que la investigación lo condiciona.

Tabla 9. Criterios para evaluar las ideas

Condición de diseño	Criterio	Calificación	
Debe tener indicadores de uso para facilitar la interacción	Se mide según la cantidad de indicadores de uso.	0	1 solo indicador
		1	De 2 a 3 indicadores
		2	4 o más indicadores
La remoción de los granos de cacao debe reducir el esfuerzo físico	Si cuenta con algún sistema (mecánico, eléctrico, electromecánico...) que reduzca el esfuerzo que realiza el operario	0	ningún sistema
		1	1 sistema
		2	Más de 1 sistema
El sistema puede tener algún proceso de forma autónoma	Si cuenta con un sistema en donde el operario no tenga que intervenir	0	Ningún sistema
		1	Si tiene un sistema semiautónomo
		2	Tiene un sistema autónomo

Debe tener puntos de manipulación	Si cuenta con Manijas Agarres Texturas Indicadores de agarre	0	1 solo punto
		1	De 2 a 3 puntos
		2	Más de 4 puntos
Debe ser un sistema estable que proteja al usuario de riesgos de accidentes.	Se mide por la rigidez del material los puntos de sujeción del artefacto protocolo para accionar el artefacto	0	Si tiene solo un aspecto
		1	Si tienes dos aspectos
		2	Si tienes los tres aspectos
Debe mantener la temperatura ideal del proceso	Se mide por Material en madera Hermeticidad Si cuenta con otro sistema de protección adicional	0	Si tiene solo un aspecto
		1	Si tienes dos aspectos
		2	Si tienes los tres aspectos
El contenedor no debe tener ángulos de 90 grados	Se evalúa según lo cerca que este a ser una esfera	0	Con esquinas en 90°
		1	Con esquinas entre 90° y 120°
		2	Con esquinas mayores a 120°
Debe tener el mínimo de piezas posibles	Tendrá mayor porcentaje la idea que tenga el mínimo de piezas	0	Mayor a 10 piezas
		1	De 5 a 10 piezas
		2	Con 5 piezas mínimo
Preferiblemente tener una superficie lisa	Se mide en el pulido de la madera	0	Madera con superficie natural
		1	Medio liso (madera semi pulida)
		2	Liso (madera pulida)
Las piezas que componen el sistema deben ser de fácil sustitución	Que el sistema tenga el mayor número de piezas que se puedan conseguir en el mercado	0	Tiene más piezas que solo pueden conseguir con la empresa que fabrica el sistema
		1	50/50
		2	Mayor número de piezas comerciales
		0	No tiene duplicado

Debe contar con un duplicado de las piezas con mayor desgaste			1	Algunas piezas tienen duplicado
			2	Si cuenta con duplicado
Debe corresponder a su relación antropométrica con el usuario	Cada pieza o sistema en donde influya el operario debe estar ajustado a las medidas antropométricas		0	Las piezas y sistemas ajustadas son muy pocas
			1	Algunas piezas están ajustadas
			2	Todos los sistemas y piezas están ajustados
Debe remover con facilidad los granos de cacao	Se mide en el esfuerzo que realiza en operario		0	El esfuerzo lo realiza totalmente el operario
			1	50/50 en donde el operario se ayuda de un sistema
			2	El sistema realiza la mayoría del esfuerzo para realizar las remociones
El operario debe visualizar los granos de cacao en cualquier etapa del proceso	Se mide en lo accesible que puede ser el sistema para realizar revisiones periódicas		0	Esta muy elevado del rango de visibilidad del usuario
			1	Para visualizarlo debe tener un objeto de ayuda
			2	Se puede visualizar fácilmente
Debe realizar una remoción homogénea de los granos de cacao	Se mide por la cantidad de granos bien fermentados que arroje la muestra al final del proceso		0	-50% de los de la cantidad de granos seleccionados
			1	Dentro del 50 y 70% de los granos seleccionados
			2	+ al 70% de los granos seleccionados
Debe tener códigos de usabilidad visibles	Se mide en la cantidad de sistemas de acción de la máquina que cuenten con un código de visibilidad		0	No cuenta con códigos de usabilidad visibles
			1	Cuenta medianamente con códigos de usabilidad visibles
			2	Todos los sistemas de acción de la maquina tienes códigos de indicación de usabilidad visibles
El artefacto debe poder trasladarse de locación	Se mide en la facilidad que tenga el sistema en poder desmontarse y llevar para otra parte		0	El artefacto cuenta con un anclaje permanente al suelo
			1	El sistema se puede trasladar pero se deben cambiar algunas partes que lo componen
			2	El sistema se traslada con facilidad
El artefacto debe hacer un movimiento que realice o ayude en el proceso de remoción de los granos de cacao	Se cumple si realiza o no el movimiento		0	-180 grados
			1	180 – 270 grados
			2	+270 grados
			0	No permite

Debe permitir la salida del lixiviado	Si los orificios permiten la salida del lixiviado	1	Permite medianamente
		2	permite
El artefacto debe contar con un centro de gravedad	Ejes de movimiento	0	No lo tiene
		1	Puede tenerlo
		2	Si lo tiene
Debe proteger los granos de cacao	El contenedor no debe permitir la fuga del producto durante su proceso	0	Se fuga gran cantidad
		1	Se fuga algunos granos de cacao
		2	No se fuga
Debe ser estable	Se mide por la cantidad de puntos de sujeción al área segura	0	Tiene 2 puntos de sujeción
		1	Tiene de 3 y 4 puntos de sujeción
		2	Tiene 5 o más puntos de sujeción
Sería interesante que girara y vibrara		0	No gira ni vibra
		1	Solo gira
		2	Gira y vibra
El artefacto debe contar con un sistema de seguridad que frene el mecanismo en caso de accidente		0	No cuenta con el mecanismo
		1	Puede contar con el mecanismo
		2	Si cuenta con el mecanismo
El sistema debe girar tanto de derecha hacia izquierda como de manera contraria	El sistema y subsistemas pueden contar con dichos movimientos	0	No gira
		1	Gira solo para un sentido
		2	Gira en los dos sentidos
Debe resistir los efectos del medio ambiente	Si el sistema cuenta con protección a sol y la lluvia	0	No cuenta con ninguna protección
		1	Protege solo del sol o de la lluvia
		2	Protege del sol y de la lluvia
Debe resistir un peso de mínimo 150 kilogramos	Si el artefacto tiene las dimensiones para la capacidad, el material y la estructura resistente	0	Cuenta con una sola de las variables
		1	Cuenta con dos de las variables
		2	Cuenta con las 3 variables
Debe resistir una temperatura máxima de 50 ° centígrados	El material proporcionado para resistir la temperatura es la madera	0	Solo resiste temperaturas menores a 35°
		1	Resiste temperaturas entre los 40° y 50°
		2	Resiste temperaturas mayores a 45°
Debe resistir vibraciones y choques	Se mide si el sistema cuenta con material que protege la estructura	0	No tiene material de protección

	de los choques y las vibraciones, un material elástico	1	Puede tener
		2	Si tiene material de protección
Debe ser un artefacto que responda a una geometría sencilla	Se mide por la cantidad de bordes, ángulos, aristas etc.	0	Muy compleja
		1	Compleja
		2	Sencilla
Debe responder formalmente a las necesidades posturales del usuario	Debe basarse en percentiles y/o dimensiones ergonómicas	0	No tiene ninguna forma
		1	Tiene 1 sola forma
		2	Tiene más de una forma
Debe evidenciarse una uniformidad de estilo en la familia de objetos	Que los colores, materiales y acabados sean iguales en toda la familia de objetos	0	Son diferentes
		1	Tiene solo 1 de las variables
		2	Tiene todas las variables
El artefacto debe contar con tres componentes básicos	1. Soporte 2. Sistema de movimiento 3. Contenedor	0	Tiene solo soporte y contenedor
		1	Tiene sistema de movimiento y contenedor pero no tiene soporte
		2	Tiene los tres componentes
Puede tener una carcasa que lo proteja de las afectaciones ambientales	Incluir materiales termoprotectores	0	No la tiene
		1	La tiene pero en cierta parte de la estructura del artefacto
		2	Si la tiene
Los sistemas de integración entre componentes deben ser piezas estandarizadas	Las bisagras, tornillos, sujeciones y demás sistemas que permitan el ensamble de las partes del artefacto deben ser piezas estandarizadas	0	No tiene sistemas estandarizados
		1	Cuenta solo con algunos sistemas estandarizados
		2	Si tiene todos los sistemas estandarizados
El artefacto debe reflejar la morfogénesis del fruto	Disección del organismo vegetal y análisis de sus partes,	0	
		1	
		2	
De ser un artefacto simétrico	Que su composición tanto en derecha como izquierda se correspondan	0	
		1	
		2	

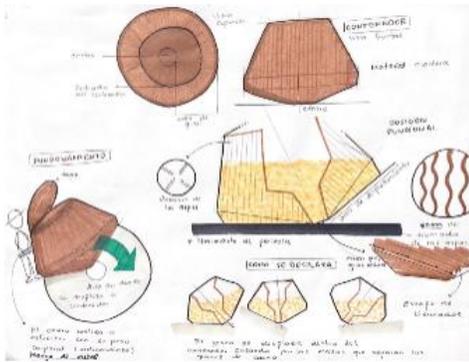
Nota: La tabla cuenta con indicaciones de color, aunque se comprende el hecho que por norma no se contempla, para comprensión y análisis del han clasificado los criterios para entender el anexo que respalda este apartado.

10.4 Resultado de la evaluación

Se realizó una matriz de evaluación teniendo en cuenta los criterios antes mencionados, para ver la tabla completa revisar **(Ver anexo 12)**

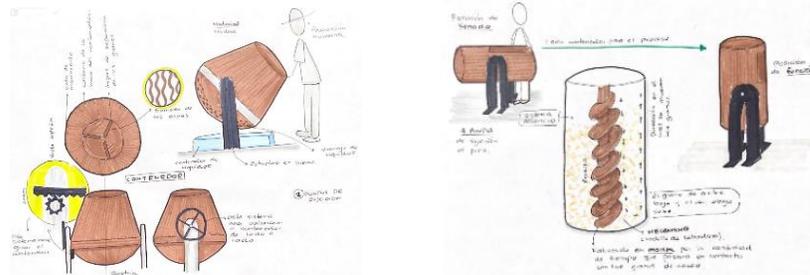
Tabla 10. Ideas con mayor cumplimiento de los criterios

Idea 1 – 64 puntos



24 condiciones de diseño obtuvieron el porcentaje de calificación más alta en donde se pueden destacar los criterios de funcionamiento, pero presenta dificultades en una determinante importante y son los orificios por donde sale el lixiviado, estos se ven afectados por la posición en tierra para realizar el movimiento de volteo como se plantea en la idea

Ideas 5 y 7 – 66 puntos



Las ideas 5 y 7 obtuvieron una calificación final igual lo que las posicionaron las dos ideas que determinan la fase de alternativas, cada una de ellas con 26 puntuaciones de 2, 14 de 1 y 0 criterios con evaluación en 0.

A pesar de esto una la idea 5 tiene mayor puntuación en aspectos como que no cuenta con ángulos de 90° en el diseño del contenedor y se percibe con mayor estabilidad.

Conclusiones: Considerando que las ideas 5 y 7 cumplen de igual forma con el mayor numero de criterios, es preciso fusionarlas para obtener una idea alternativa.

10.5 Condiciones finales para precisar el diseño

Después de un proceso de evaluación se extraen los requerimientos finales para el diseño que debe cumplir tanto las alternativas como la propuesta final.

Tabla 11. *Condiciones para precisar el diseño*

Requerimiento	• Deseables	• Obligatorios
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>El contenedor debe fabricarse en madera</i> • Debe tener orificios de la salida de fluidos • Debe promover la conservación de calor • Debe permanecer alejado del suelo • Debe permitir la entrada y salida de los granos • Debe quebrar los granos compactados • Debe reducir el esfuerzo físico • Deben evidenciarse parámetros ergonómicos en sus características formales 	
		<ul style="list-style-type: none"> • Debe ser seguro al momento de manipularlo sin aristas o filos • Debe contar con piezas estandarizadas de fácil adquisición • Debe operar en atmosferas controladas que eviten su exposición al sol y lluvia • Debe reflejar características propias de la morfogénesis del fruto • Debe garantizar una limpieza sencilla al finalizar cada proceso • Debe mantenerse estable en condiciones de uso y reposo • Debe evidenciar su capacidad de almacenamiento (kg)

-
- Debe tener indicadores de uso para facilitar la interacción
 - Debe resistir vibraciones y choques
 - Debe resistir temperatura máx. de 60°C
-

10.6 Desarrollo de las alternativas

Teniendo en cuenta los resultados de la evaluación de las ideas y las condiciones finales para precisar el diseño, surgen las siguientes alternativas:

- **Alternativa 1**

Es el resultado de la evolución de la idea 5 y 7 se hizo una fusión del sistema de remoción (aspas) ubicando el movimiento en el eje de remoción y no en todo el contenedor como lo muestra la *ilustración 12*

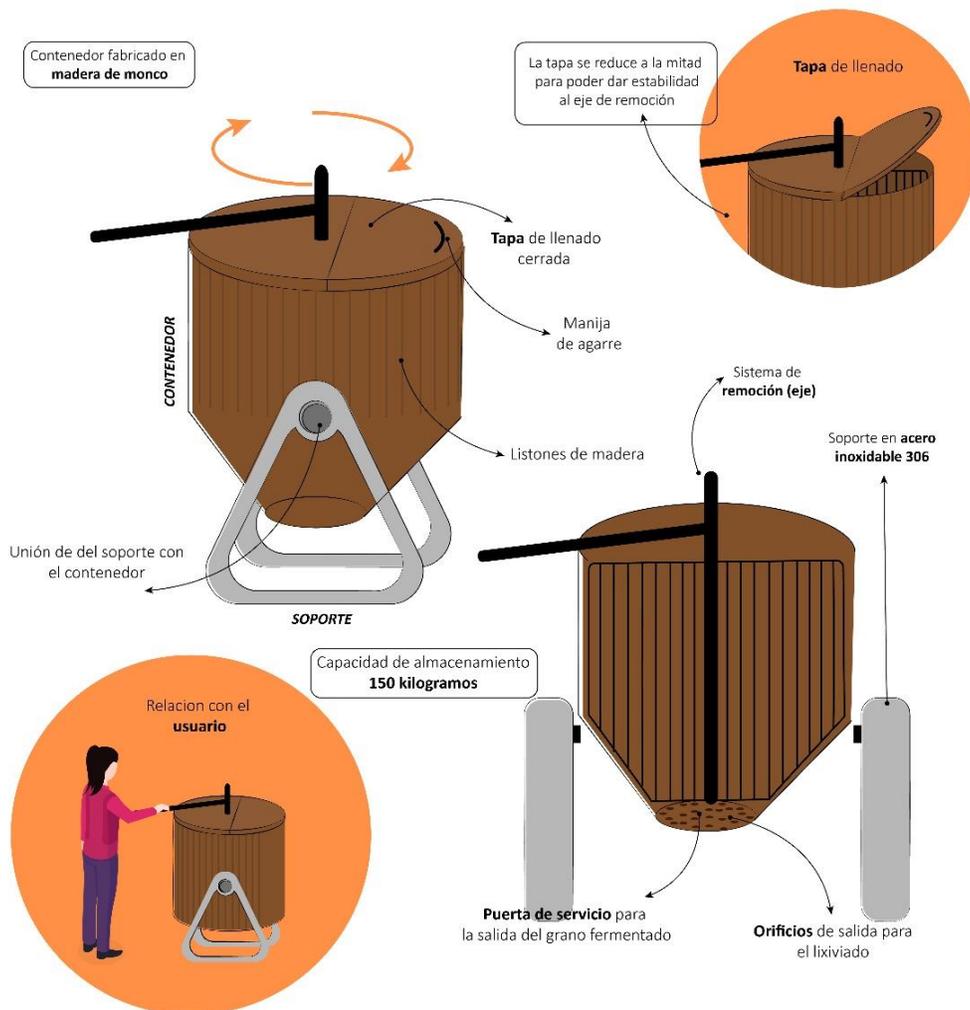


Ilustración 12. Alternativa 1

- **Alternativa 2**

Como se evidencia en la *Ilustración 13*, se cambia el diseño de la estructura que soporta el contenedor para dar estabilidad, se plantea un mecanismo de remoción manual debido a que en la anterior alternativa el motor quedaba debajo de la salida del lixiviado, lo que ocasiona el deterioro acelerado del sistema por efecto corrosivo del líquido.

Adicional a eso se le inserto una puerta de servicio para poder extraer los granos de cacao ya fermentados con mayor facilidad por la parte inferior del contenedor, además que en este sistema manual el eje debe ir sujeto de las dos tapas

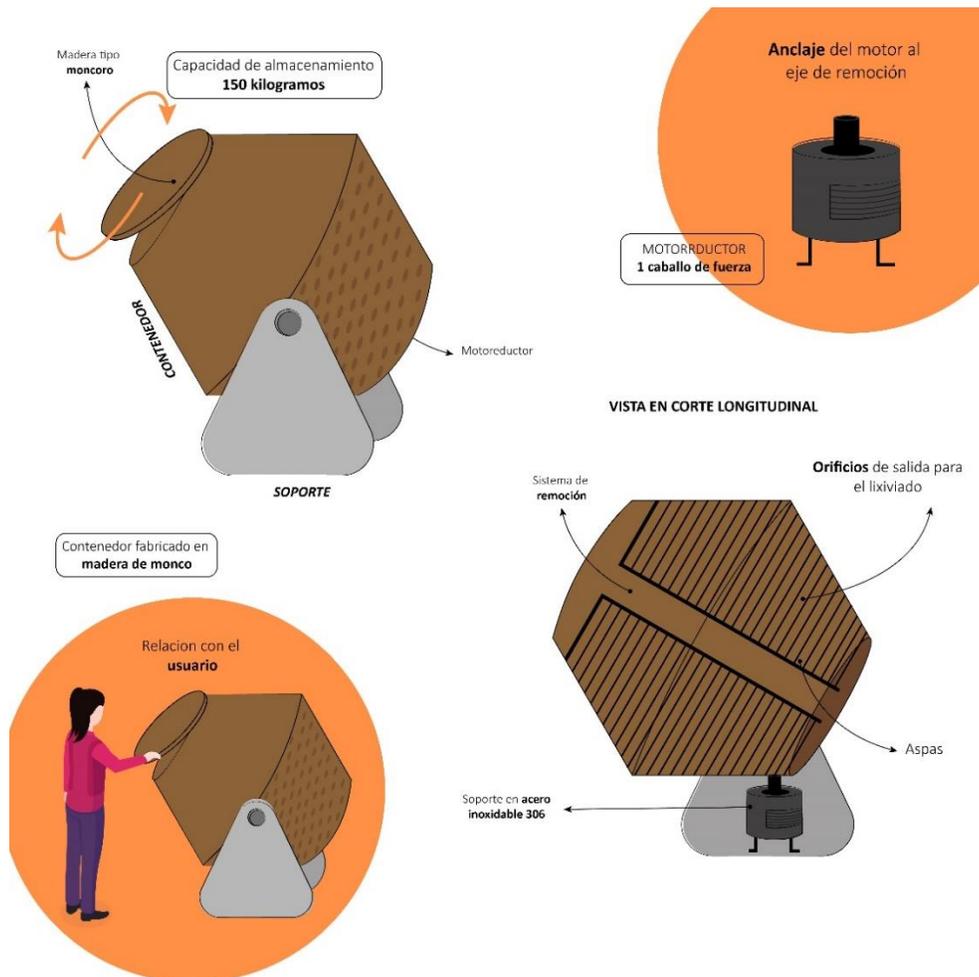


Ilustración 13. Alternativa 2

- **Alternativa 3**

Teniendo en cuenta que este proceso ya se realizó de manera evolutiva, a la alternativa 3 se le desarrollan cambios en el sistema de remoción que va acoplado al eje, es decir, las aspas.

El sistema anterior cumple la función de separar los granos de cacao acumulados en masas, pero no logra que remover completamente el grano de cacao que se encuentre en el fondo del contenedor pase arriba y el de arriba baje.

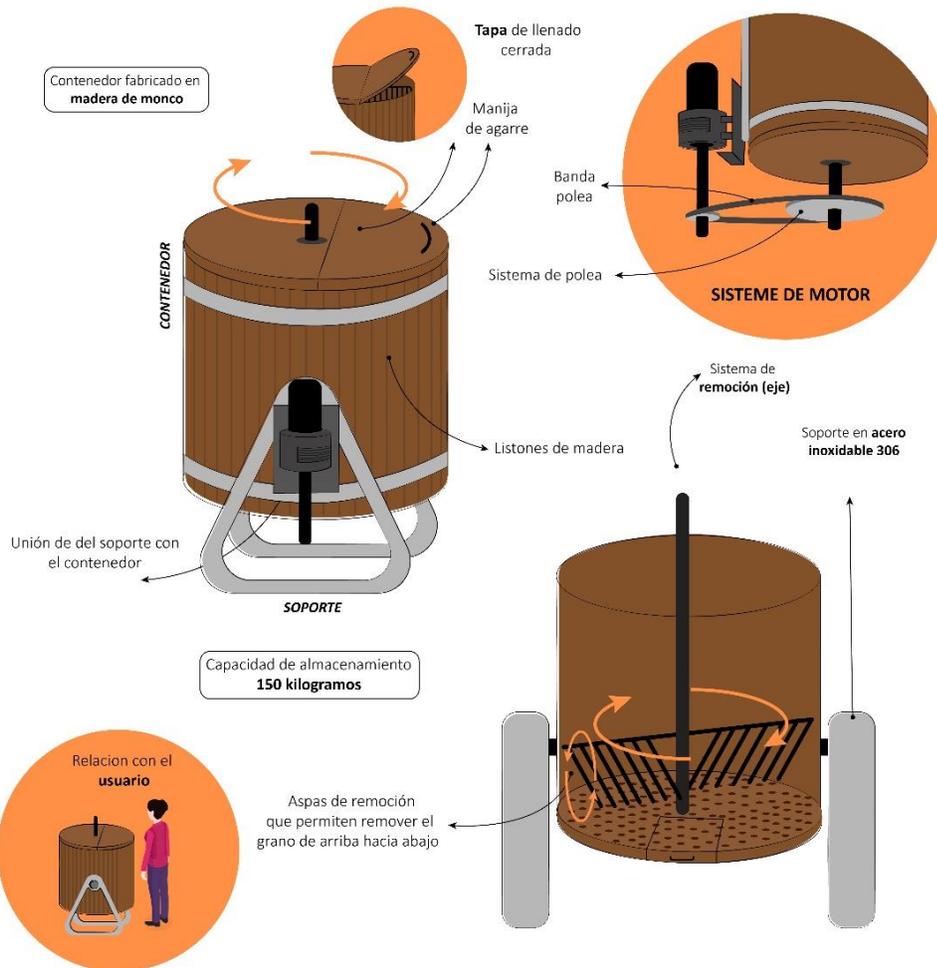


Ilustración 14. Alternativa 3

DEFINICION DE LA PROPUESTA FINAL

Se obtuvo como resultado de la propuesta final un sistema de fermentación que se determina por la evaluación de las alternativas en donde se permite tomar los aspectos positivos de cada uno de los diseños y obtener el siguiente resultado.

El fermentador presentado en la ilustración 15 cuyas principales partes son detalladas des la ilustración – hasta la --



Ilustración 15. FERCA, fermentador de granos de cacao

FERCA es un producto que permite al cacaocultor tener mayor control sobre las variables del proceso de fermentación del grano de cacao, manipulando la frecuencia de remoción a través de la automatización y garantizando la conservación de la temperatura de estos durante el proceso.

Detalles de la propuesta



Ilustración 16. Motorreductor y soporte



Ilustración 17. Detalle de la manija para posicionar el contenedor de manera inclinada



Ilustración 18. Isometría de la propuesta final



Ilustración 19. Detalles de la tapa superior



Ilustración 20. Sistema de poleas y orificios de salida del lixiviado

Relación con el usuario

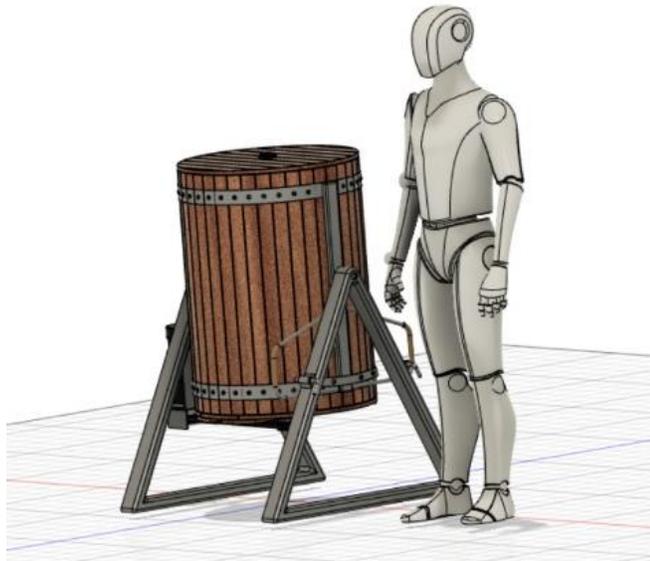


Ilustración 21. Relación con la figura humana.

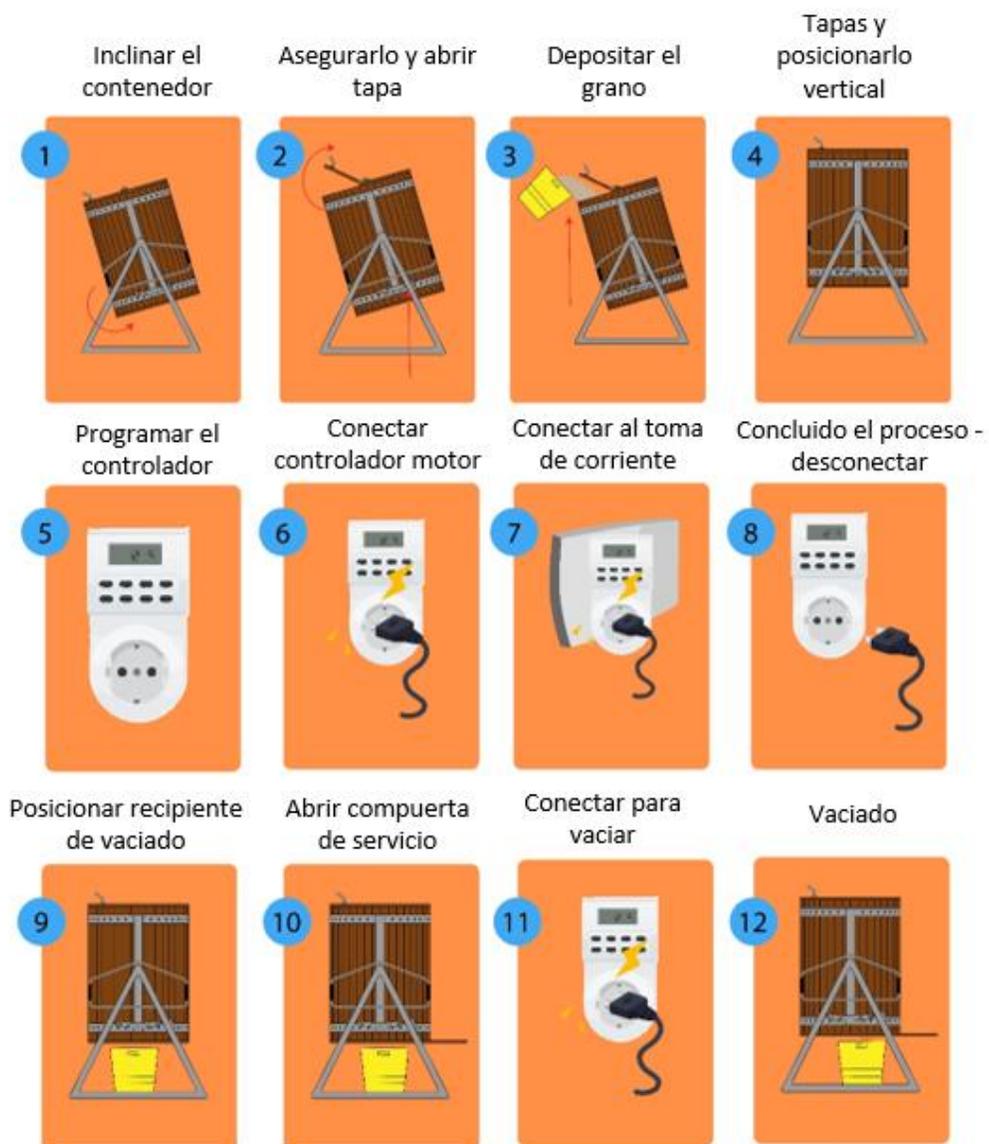
Relación con el espacio físico



Ilustración 22. Contexto físico de FERCA

Secuencia de uso

Ilustración 23. Secuencia de uso de FERCA



CAPITULO III
ANÁLISIS DE FACTORES

11 FACTOR PRODUCTO

11.1 Análisis de Configuración Formal

Según Valencia (2009) el estructurar un objeto tiene como propósito intrínseco otorgarle un orden jerárquico a cada una de sus partes, tales relaciones persiguen un propósito en su orden que en un contexto determinado cobran sentido, es así como define el concepto de forma: “la forma es un todo estructurado [...] de elementos organizados y reconocibles que componen una estructura (propósito, jerarquías, relaciones)” (p. 54)

11.2 Consolidación histórica de la forma



Ilustración 24. Forma de los Fermentadores. Fuente: (Mundo Cacao, 2020)

Ferca como *fenotipo* preserva el material clásico como elemento reconocible en la propuesta, basándose en su arquetipo (cajón en madera), ya que la madera es determinante en la labor de fermentar. Si se habla de su servicio, supone como rediseño, el mismo mensaje ambiguo de “*contener*” pero como una nueva ruta evolutiva en la forma implementada. Tres de sus significados funcionales son: “*contención, sujeción y movimiento*”.

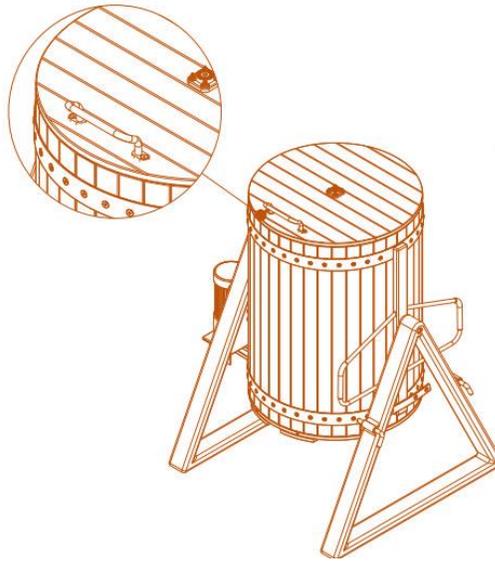


Ilustración 25. Volumen de FERCA

Volumen

De acuerdo a lo afirmado por Valencia, (2009) al referirse a *volumen*, describe en particular aquellos que guardan *morfología geométrica*; es decir formas que parten de volúmenes constantes (cubo, esfera, pirámide) por tanto, parte del sistema Ferca volumétricamente refleja la geometría básica de un cilindro, característica notable del organismo vegetal al analizar la morfogénesis del fruto (**Anexo 2**).

Volumen positivo

Volumen negativo

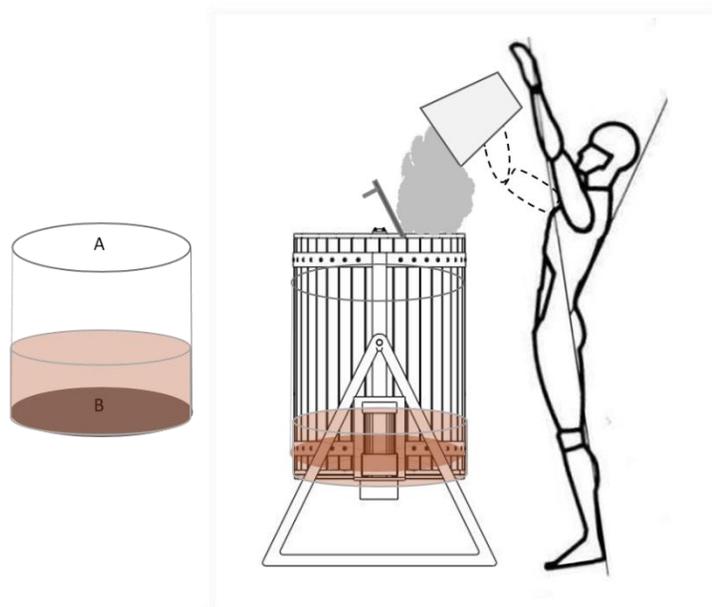


Ilustración 26. Representación del volumen positivo y negativo del artefacto

El volumen positivo (B) de la propuesta es de forma cilíndrica correspondiente a su forma visible y tangible o que ocupa su lugar en el espacio.

El volumen negativo del artefacto (A) es la cavidad cilíndrica interna donde se dan cambios de temperatura, este se reduce o desaparece según el uso.

Nota: las imágenes son elaboración del autor exceptuando la representación humana

Contorno

La lectura del contorno de Ferca evidenciado en la ilustración 27, si se habla de un contorno continente (forma total) dependerá de la posición que adopte el artefacto en reposo, es decir no tendrá un contorno estático puesto que posee movimiento. Hablando de su estado de reposo (fermentación) este adquiere un contorno cilíndrico

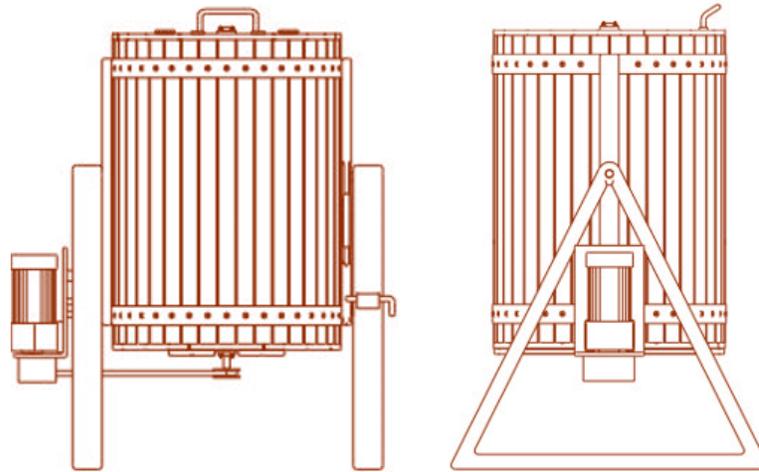


Ilustración 27. Contorno de FERCA

Superficie

Es el lugar donde se sorportan sus valores como luz, material color y textura (Valencia, 2009)

Luz

Ferca no cuenta con propiedades que otorguen una mayor connotación a su superficie, para el caso de la madera, esta no capta la luz cercana o lejana en su estado natural. Exceptuando otros materiales que acompañan el propósito en las funciones del artefacto como son los metales.

Material

La materia prima más notable de la propuesta es la *madera mónico* (*Cordia gerascanthus L*) que es un tipo de madera blanda, libre de olores y sabores que se ha sometido a secado y no tiene tratamientos químicos; el segundo material es el acero inoxidable de grado 316 con mayor resistencia a la corrosión por su aleación con molibdeno.

Color

Como se evidencia en la *ilustración 28*, en cuanto a su color más próximo es el *amarillo* que es propio de las maderas latifoliadas (Normadera , 2022). Los acoplamientos externos (metales), son materiales que ante las condiciones húmedas del contexto deben ser tratados superficialmente para oponerse la corrosión como es el caso de sus partes metálicas, donde el tratamiento y el color fomentan su conservación y los fenómenos como es la reflexión de la luz (acero inoxidable).



Ilustración 28. Madera natural fuente Manual técnico de formación para la caracterización de maderas

Textura

“Es la estructura disposición y relación de los elementos que componen una superficie, generando tensión entre sus partes” (Valencia, 2009,p.115) por consiguiente la textura de *ferca* es de mediana tensión superficial en su contenedor y baja tensión en sus componentes metálicos como lo es en el acero inoxidable de grado 316.



*Ilustración 29. Aspecto de la madera fuente Pinterest – Fuente:
<https://www.pinterest.es/pin/703756175865147/>*

Para cada una de las partes metálicas su textura es de baja tensión superficial, que encierra el conjunto a los metales, vidrio y algunos plásticos siendo sus superficies lisas (Valencia, 2009,p.115).



Ilustración 30. Apariencia del metal en Ferca

11.3 CRITERIOS ADAPTATIVOS

Movimiento

Cuenta con movimiento horizontal al revelar su mecanismo durante su función en el proceso, según Valencia, (2009) es un movimiento paralelo a la línea del horizonte.



Ilustración 31. Movimiento en Ferca

Sonido

Los movimientos de las aspas durante la remoción hacen de Ferca un artefacto sonoro, al igual que la dependencia de la energía eléctrica al accionar el sistema motor.

Relación Inter figural

El sistema FERCA cuenta con relaciones de función entre sus partes, estas guardan coherencia formal para cumplir con la tarea.

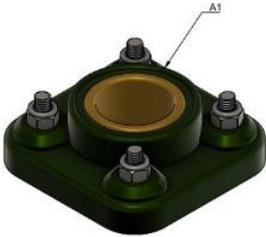
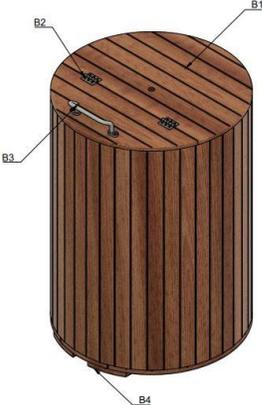
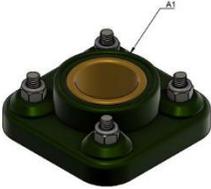
Relación Intra – figural

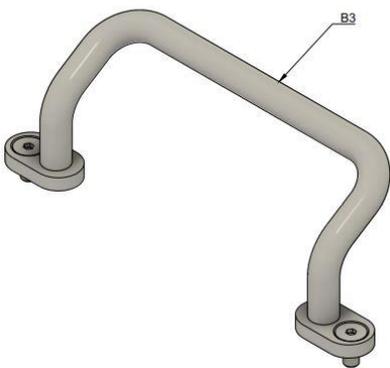
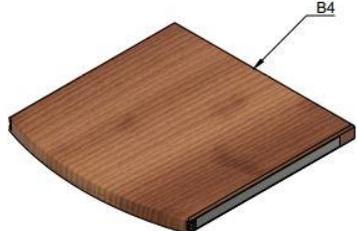
Ferca cuenta con sistemas y subsistemas que como artefacto guardan relaciones funcionales entre sus partes para cumplir con el objetivo propuesto, es así como el sistema conformado por sus diferentes partes o-piezas o componentes conforman relaciones funcionales

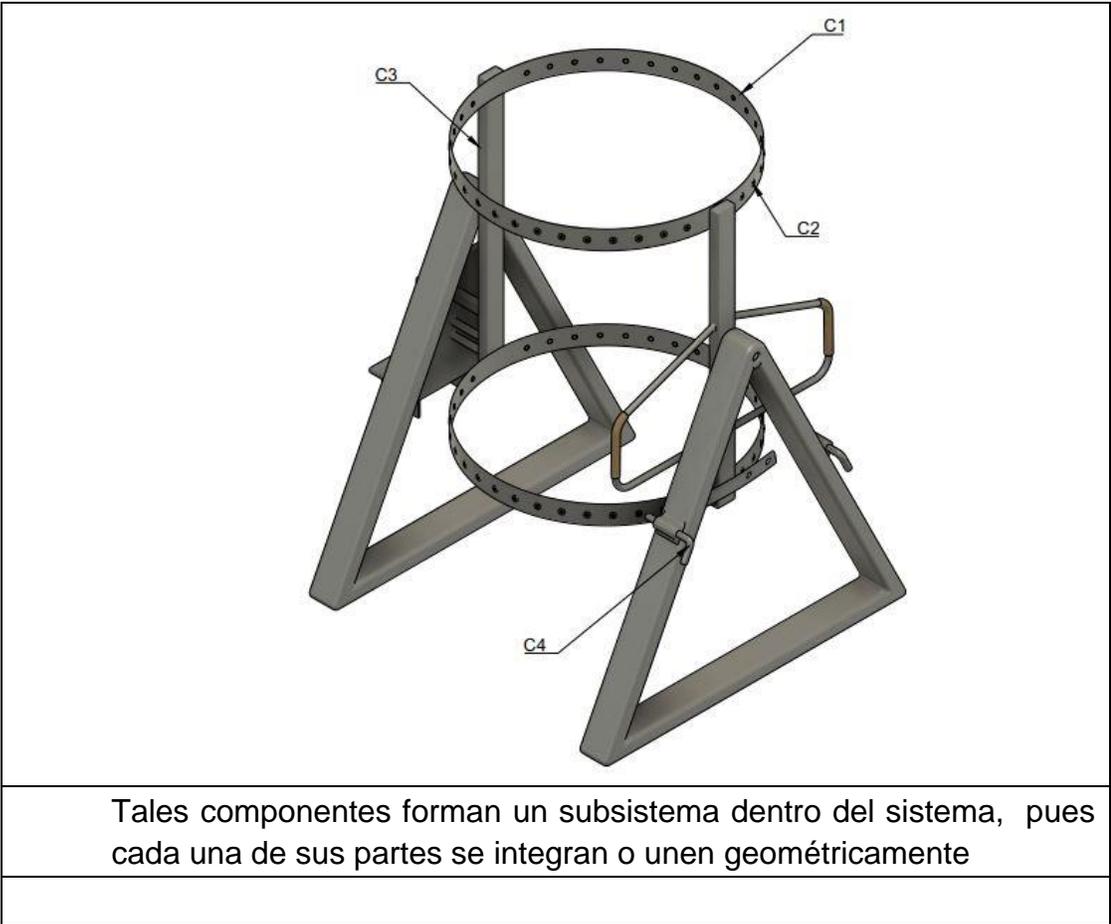
11.4 Relaciones de sus componentes

Existen relaciones Inter figurales activas e inactivas. En la tabla las activas mantienen intercambio de información cercano permanente entre ambos, pero también hay relaciones remotas necesarias para dar cumplimiento a todas las funciones del sistema (Nieto, 2021)

Tabla 12. Relaciones interfigurales activas.

A1	A2
	
<p>La relación entre A1 y A2 es activa, pues para cumplir con la función de girar deben corresponderse geoméricamente</p>	
B 1	A2
	 <p>En el caso de A2 necesita la base de B1 para mantenerse estable, la relación entre ambos es activa</p>
<p>Subsistema 1</p>	

Relaciones Inter figurales Activas	
B1	B3
	
<p>La relación entre B1 y B4 es activa, pues para cumplir con la función de abrir y cerrar, la relación entre ambos debe corresponderse geoméricamente</p>	
B4	
	<p>NOTA En el caso de B3 y B4 hay un intercambio de información remoto pues B3 presta su función abrir o cerrar sin intervención de B4. Sin embargo desde un punto de vista funcional si B4 faltara, la configuración funcional/formal del subsistema seria inexistente pues el calor se dispersaría y grano caería directamente al suelo, aun estando B1 y B3 acoplados</p>
Relaciones Inter figurales Activas	
C1 – C2 – C3 – C4	



FACTOR HUMANO

El siguiente análisis se realizó teniendo en cuenta el factor ergonómico Usuario - Objeto –Entorno y con base a las medidas antropométricas del libro Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores.

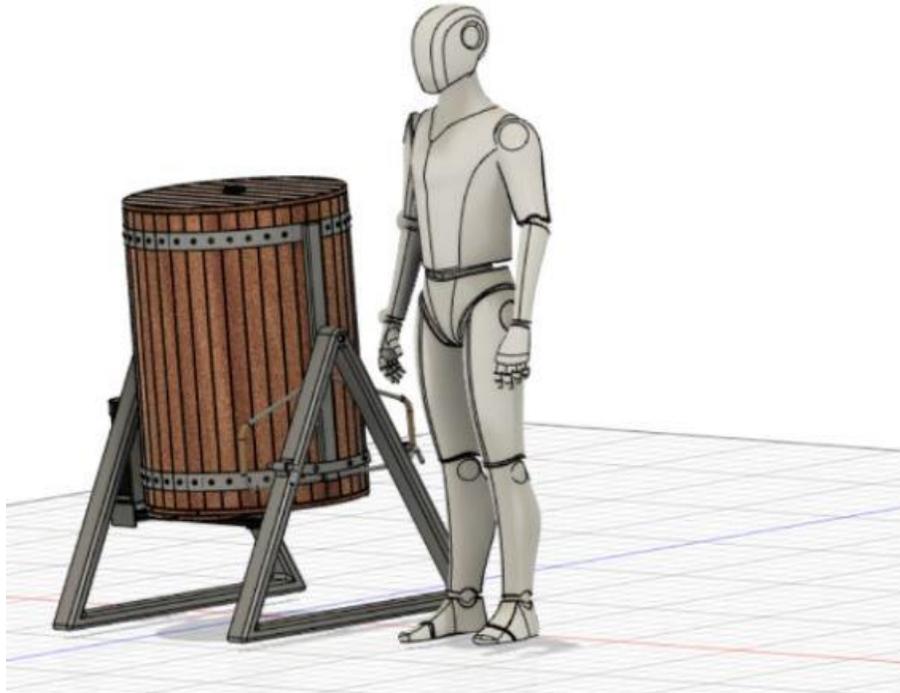


Ilustración 32 Proporción

- Usuario:** Cacaocultor en las edades de 17 a 59 años
- Objeto:** Sistema para el mejoramiento en la fermentación del grano de cacao
- Entorno:** Macro: *Fincas de pequeña y mediana producción en Colombia* Micro: Familias Cacao cultoras - San Vicente de Chucuri
- Clasificación comercial:** Maquinaria Agroindustrial

Tabla 13. Dimensiones Estructurales

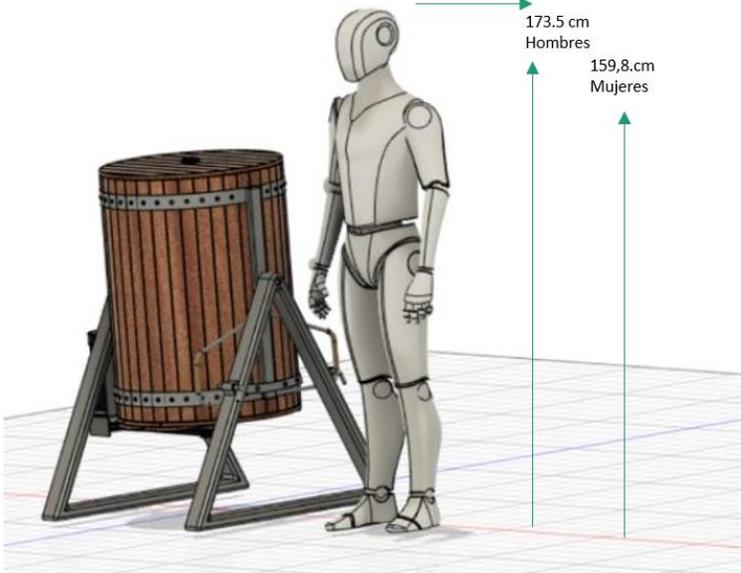
Dimensiones Estructurales		
 <p style="text-align: center;">Ilustración 33. Estatura</p>		
Nombre de la medida	Edad	Medida (percentil 50)
<ul style="list-style-type: none"> <u>Estatura</u> <p>Se utiliza para que el operario no tenga inconveniente a la hora de realizar tareas como (visibilidad interna, medición de temperatura, toma de muestras, limpieza interna)</p>	18-79 Años	Hombre: 173,5 cm Mujer: 159.,8 cm

Tabla 14. Medidas, Movimientos y Alcances

Medidas Estructurales

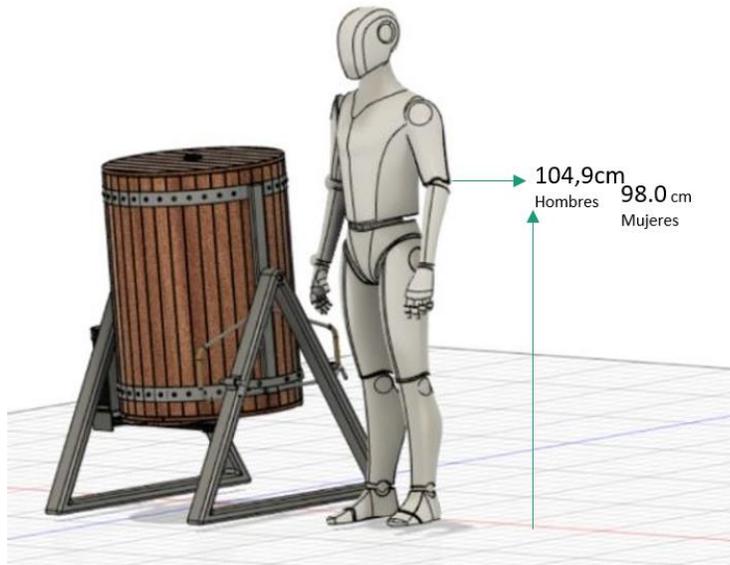


Ilustración 34 Altura Codo

Nombre de la medida	Edad	Medida- Percentil 5
<ul style="list-style-type: none"> <u>Altura Codo</u> <p>Se utiliza para que el operario no presente inconvenientes al manipular el artefacto cuando se requiere (abrirlo, llenarlo, girarlo).</p>	18-79 años	Hombre: 104,9 cm Mujer: 98.0 cm
Movimientos articulares		
Tipo de Movimiento		

Columna Vertebral

Flexión

“Curvatura o reducción del ángulo que forman partes del cuerpo a fin de satisfacer necesidades especiales” (Panero & Zelnik, 1996)

El cacaocultor en las tareas muestra ciertos ángulos de hiperextensión y flexión descritos en la (Figura 31).

Es la posición adoptada antes y durante el llenado del contenedor e incluso en la liberación y recolección del grano luego de la fermentación

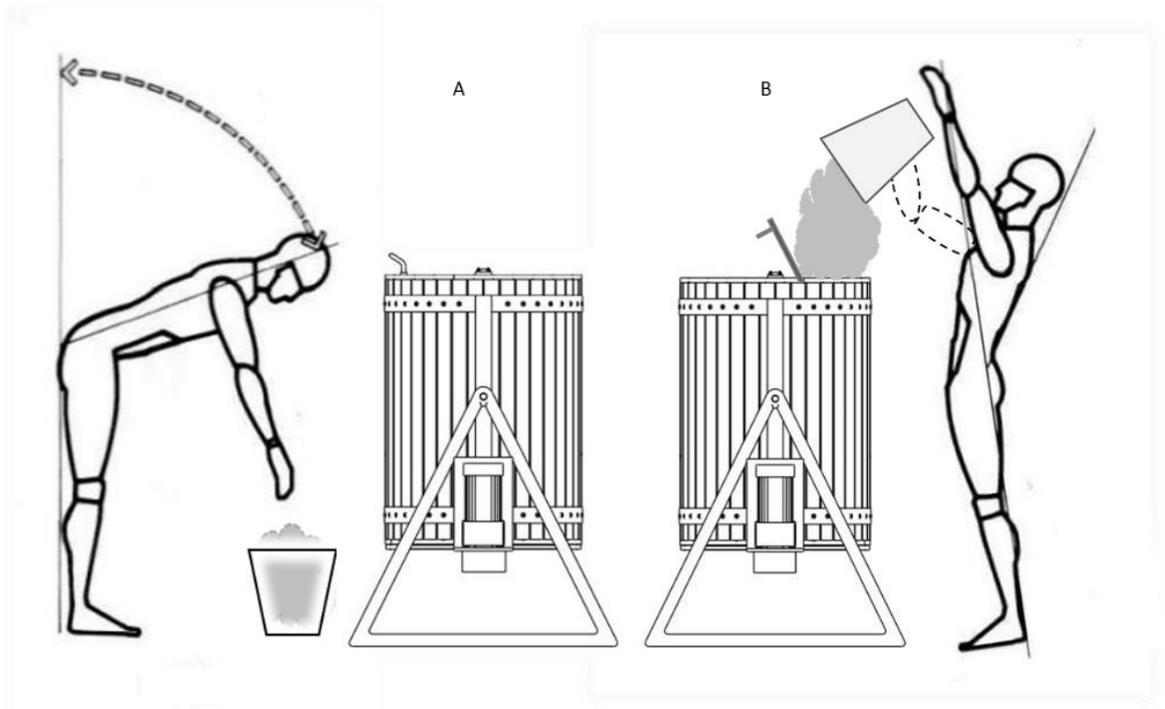


Ilustración 35. Flexión de la columna vertebral

Fuente b: Reproducida de *Medidas Antropométricas y Movimientos Articularios* Nota: *Imágenes Alteradas A) Flexión a 70* grados B) Hiperextensión 30**
Nota: *Imágenes alteradas*

Muñeca

Empalme superior

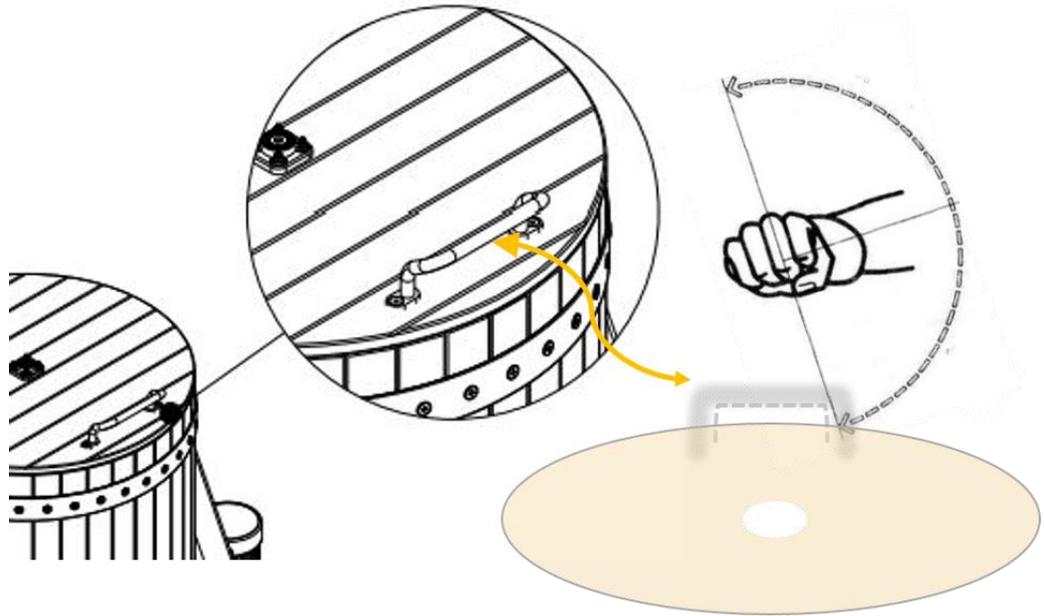


Ilustración 36. Empalme Superior

De los movimientos manuales condicionados por el artefacto se encuentran el empalme superior. Garantiza la adecuada manipulación en posición de pie de la apertura del sistema.

Alcance máximo de la Mano

Alcance máximo en posición neutra

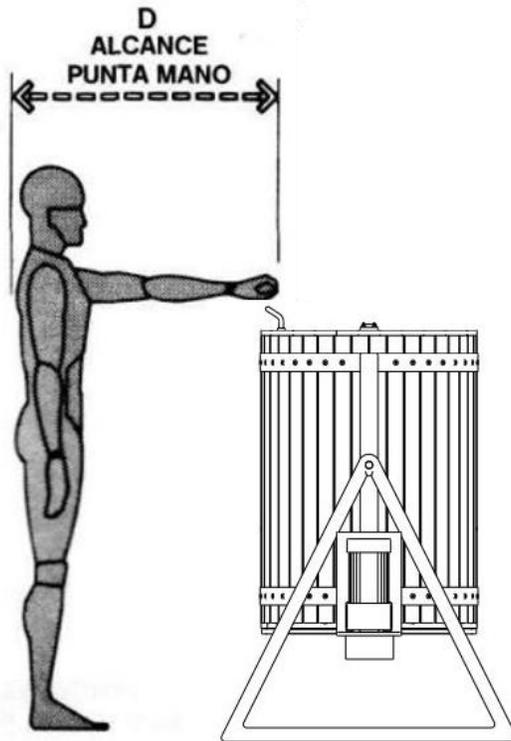


Ilustración 37. Alcance máximo de la mano

Percentil 5:
 Hombres: 40,4 cm
 Mujeres: 37,8 cm

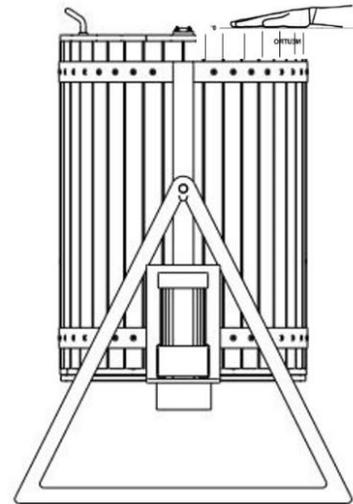


Ilustración 38. Alcance máximo en posición neutra
El alcance máximo en posición neutra

Dimensiones funcionales de la mano Hombre y Mujeres Adultos

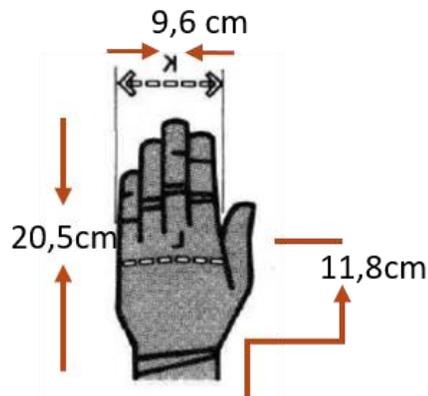


Ilustración 39. Dimensiones de la mano de hombre y mujer adulto

Nota: Para el siguiente análisis se tuvieron en cuenta las medidas antropométricas contenidas en el libro de las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores, (p. 86-91-100-112)

FACTOR PRODUCCIÓN

11.5 Planos de la propuesta

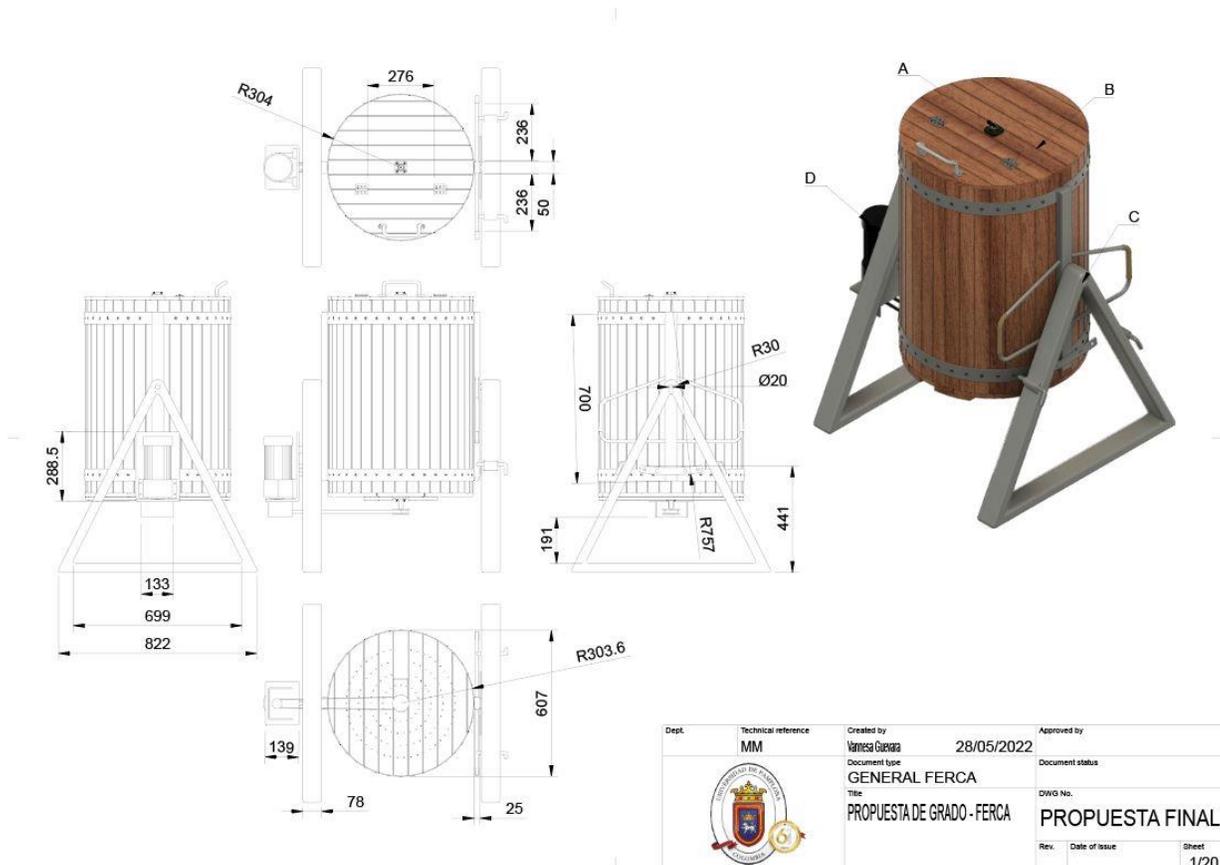


Ilustración 40 Planos técnicos

Nota: Para mayor claridad los planos de la propuesta se encuentran contenidos Ver (Anexo 7)

11.6 Descripción del producto

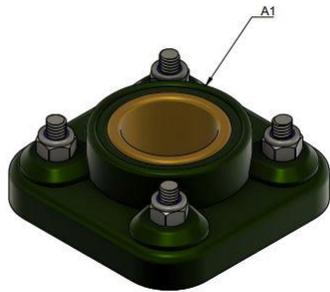
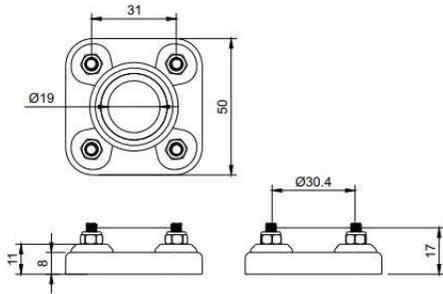
Ferca está diseñado para mejorar el proceso de fermentación del cacao en grano a continuación se muestra su descripción. En la tabla 15 se evidencia la descripción del producto que se va a fabricar



Ilustración 41 Dispositivo Ferca

Tabla 15. Descripción del producto a fabricar

FERCA	
Descripción	EL sistema Ferca se instaura con el fin de proporcionar mejoras en el proceso fermentativo de pequeños productores de caco en grano.
Lugar de Elaboración	San Vicente de Chucuri - Colombia
Descripción de los materiales	
Madera	
<p>Madera del árbol de móncoro (<i>Cordia gerascanthus L</i>), madera blanda, libre de olores y sabores sometida a secado, sin tratamientos químicos. Presenta las características optimas en la preservación del calor durante la fermentación</p> <p>Características Deseables: Blancas - Resistentes a la humedad - No astillables - Sin olor – Sin alteraciones químicas en su superficie</p> <p>Recomendables: Maderas finas (Moncoro).</p> <p>Nota: No se recomienda fabricar el contenedor en materiales como plásticos, metales, cerámicos, hormigón; no promueven la retención de calor (Mundo Cacao, 2020)</p>	
Acero	
<p>De las propiedades físicas de este material está su resistencia a la corrosión, debido a tratamientos superficiales preventivos aplicados en su fabricación. El hierro en polvo y el aditivo se funden a temperaturas muy altas dándole la forma y grosor mediante el proceso de colada continua, así se obtiene el acero de alta calidad (Metalurgia del Hierro, 2021).</p> <p>Características Deseables: Inoxidable</p> <p>Recomendable: Acero inoxidable 306 austenítico, que es el recomendado en industrias alimenticias</p>	
Descripción de las piezas y procesos	
A1 Brida	Características
<i>Figura 7</i> <i>Componente A1</i>	<p>Descripción</p> <p><i>Brida o rodamiento de base cuadrada.</i></p>



MECANISMOS INTERNOS

Figura 8 Mecanismo interno de rodamiento



Fuente c: Reproducida de www.nskeurope.es

También conocidos como cojinetes, se utilizan a menudo en aplicaciones con muchas vibraciones, apoyan y guía del componente A2, otorgándole estabilidad ante la transferencia de movimiento impulsado por el motor y las bandas. La elección dependerá de su aplicación en el sistema.

Material: Para alcanzar altos índices de cargas se fabrican en aleaciones especiales de gran pureza (NSK, 2022)

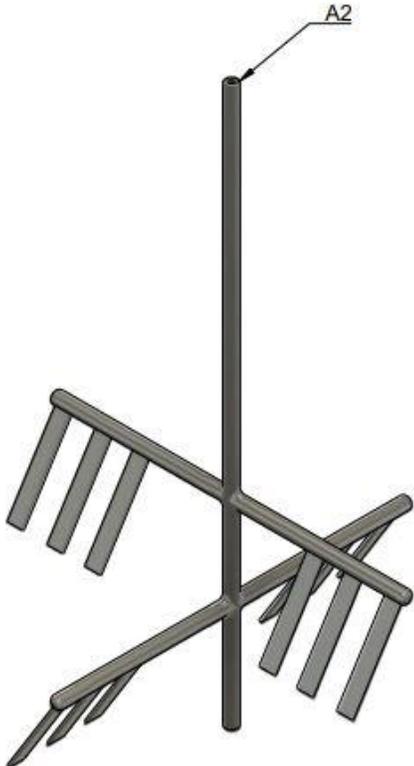
En el caso de los anillos internos suelen ser aleación de acero y cromo.

Dimensiones: (Fig. 49)

Proceso de fabricación: Mecanizado

Obtención: Tercerización

A2 Aspas	Características
<i>Figura 9</i> <i>Componente A2</i>	Descripción: <i>Mescladora vertical</i> es el componente que se integra a la fase de fermentación, esta tecnología es aplicada en la industria de alimentos, el principio es homogenizar el contenido a través

	<p>de (paletas o cintas) que tienen la propiedad de reducir el tamaño del contenido endurecido haciéndolo fluir a través de ellas.</p> <p>Material El acero inoxidable el todo aquel acero que mantengan la capa pasiva de: níquel, molibdeno, nitrógeno o titanio. Estos tratamientos en el material permiten la obtención de gamas de aceros resistentes a la corrosión (Carvi,2022).</p> <p>Dimensiones: (Ver Anexo 7)</p> <p>Proceso de obtencion: Corte y soldado</p> <p>Obtension: Tercerización</p>
<p>B1</p>	<p>Descripción:</p>
<p><i>Figura 10 Componente B1</i></p>	<p>Su principal función es crear un micro entorno que favorezca la retención del calor y al mismo tiempo permita la salida de residuos propios de la fermentación.</p> <p>Material: El contenedor se fabrica mediante corte y unión de listones en madera que es el material idóneo para el tratamiento del grano, se requieren maderas sin olor para no alterar la función organoléptica del grano.</p> <p>Dimensiones: (Anexo 7)</p> <p>Proceso de obtención: La obtención de productos maderables tiene un ciclo productivo como es:</p>



Elaboración Propia 09

tala, poda, transporte, descortezado, trazado secado y cepillado. Su transformación dependerá en gran medida del uso final, aunque su transformación es de los procesos industriales que se han mantenido en el tiempo (Cardozo, 2019).

Elaboración: Tercerización

Ficha Técnica Madera de Moncoro - Nogal



Ficha Técnica

Identificación

Nombre: *Juglans regia*

Familia: *Juglandaceae Frondosa*

Origen: Europa y Rusia

Características

Albura: amarillo-grisácea

Duramen: entre grisáceo y marrón, con vetas negras, bien diferenciado de la albura

Fibra: recta y a veces, ondulada

Grano: medio-grueso

Propiedades mecánicas

Resistencia a la flexión	970 Kg/cm ²
Resistencia a la compresión	590 Kg/cm ²
Resistencia a la tracción	970 Kg/cm ²
Módulo de elasticidad	113000 Kg/cm ²

Usos comunes

- Chapas decorativas
- Mobiliario interior de calidad y muebles torneados
- Carpintería interior
- Artesanía de objetos pequeños
- Embalajes

Descripción de las piezas y procesos

Para la construcción de FERCA se cuenta con una ficha técnica de producción (Ver anexo

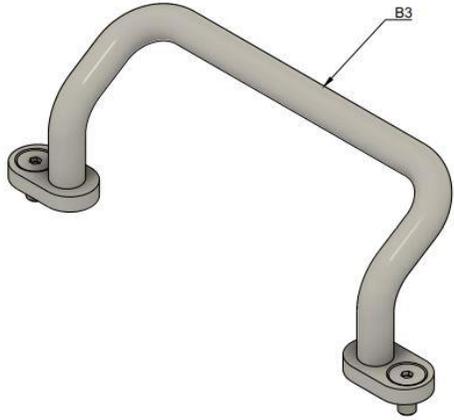
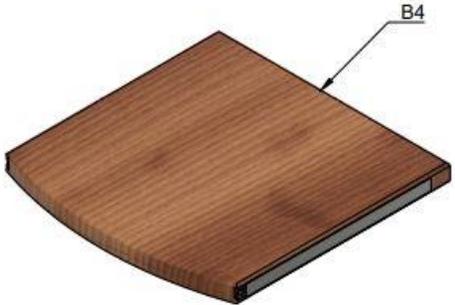
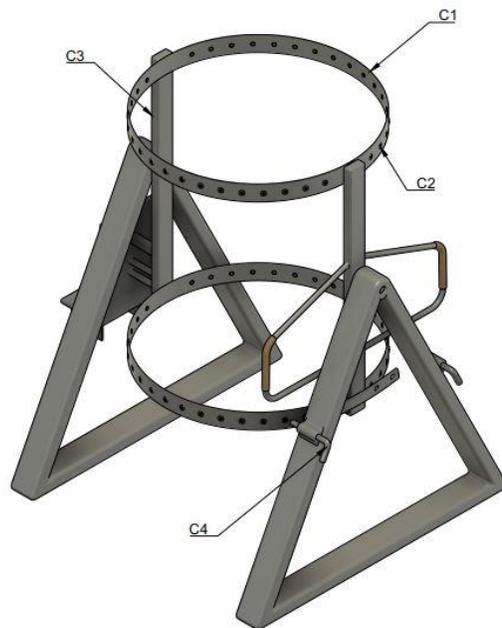
B3	Características
<p data-bbox="332 273 738 304"><i>Figura 11 Componente B3</i></p> 	<p data-bbox="852 273 1047 304">Descripción</p> <p data-bbox="852 315 1485 388">Manija o jalador de agarre su función es permitir abrir y cerrar el contenedor.</p> <p data-bbox="852 399 1242 430">Material: Acero inoxidable</p> <p data-bbox="852 483 1201 514">Dimensiones: (Fig. 49)</p> <p data-bbox="852 651 1485 892">Proceso de fabricación: A través de barras de acero inoxidable, mediante corte y doblado, en la industria de la herrería la mayoría del proceso es automatizado, un ejemplo es el (corte láser) muy común en la fabricación de este componente.</p> <p data-bbox="852 903 1209 934">Obtención: Tercerización</p>
B4	Características
	<p data-bbox="925 1029 1120 1060">Descripción:</p> <p data-bbox="925 1071 1485 1312">Es un componente dúplex, ya que cuenta con riel de desplazamiento lineal (B4.1) elaborados de igual forma en acero inoxidable, en el mercado la variedad y dimensión varían de acuerdo al caso.</p> <p data-bbox="925 1323 1315 1354">Material: Acero inoxidable</p> <p data-bbox="925 1365 1347 1396">Dimensiones: (Ver Anexo 7)</p> <p data-bbox="925 1407 1485 1564">Proceso de obtencion: Para la madera se requiere corte y pulido y para adaptacion (B4.1) union remobile (tornillo).</p> <p data-bbox="925 1575 1299 1606">Obtension: Tercerización</p>
Componentes (C1,C2,C3,C4)	Descripción:

Figura 12 Componentes C1 -C2 -C3 - C4



La función de los componentes es mantener estable y alejado del suelo el contenedor (B 1), la estructura facilita la liberación del grano fermentado por gravedad.

Dimensiones: (Anexo 7)

Proceso de obtención: Mediante software (Tecla Estructures) se sincronizan las piezas y se adecuan dimensiones de corte y perforación, en este caso la geometría de cada uno de ellos hace que requieran procesos de conformado distintos.

Elaboración: Tercerización

Procesos de conformado del acero

Conformado de perfil tubular cuadrado



Para fabricar un perfil tubular cuadrado es necesario que la lámina plana de acero se profile pasando por distintos *rodillos metálicos*, hasta llegar al *acumulador* donde es arrollado, luego entra al *molino* donde se aplica un refrigerante sintético. En este punto la lámina adquiere una conformada circular sin cierre, hasta que pasa por el proceso de *soldé en movimiento*. El perfil previamente soldado pasa por el área de metalizado donde es lustrado y enfriado hasta llegar a los *rodillos rectificadores* donde adquiere su forma final. Pasa por proceso de corte frío en cierra voladora (Acerocid, 2021)

11.7 Proceso Productivo del Acero

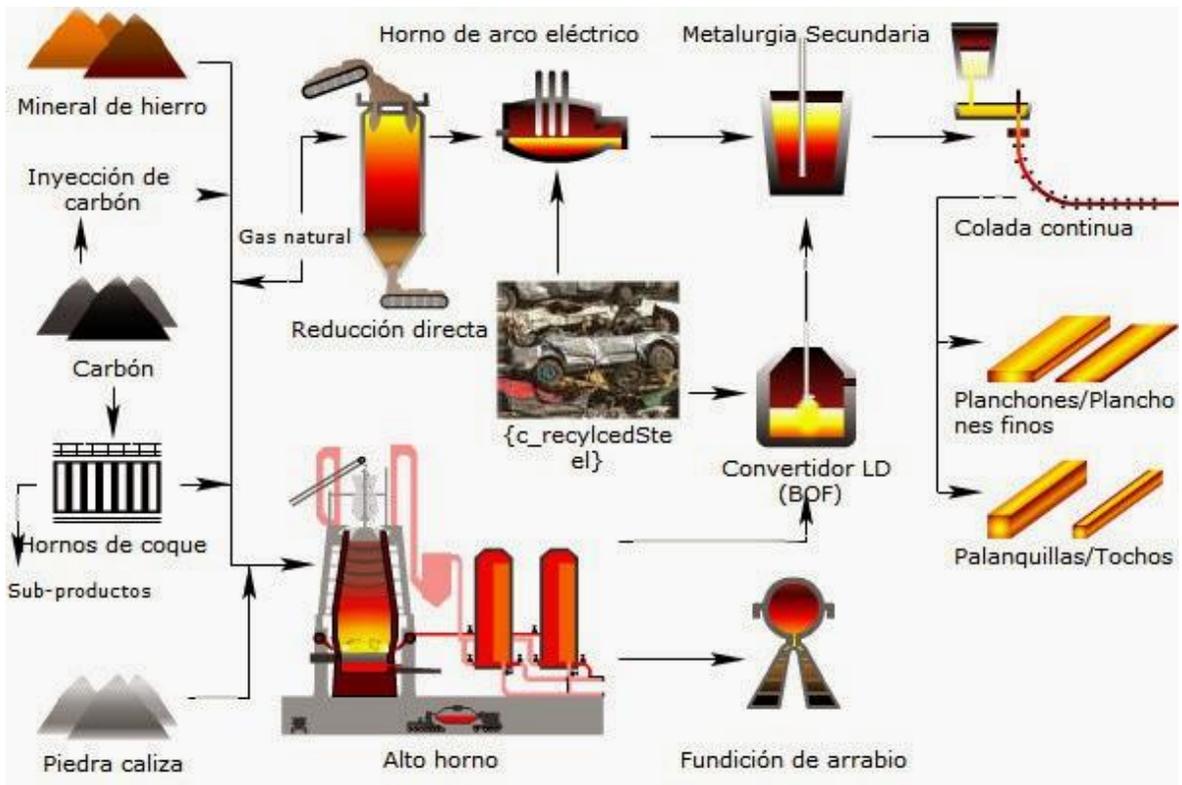


Ilustración 42 Proceso siderúrgico
<http://producciondehya.blogspot.com/>

11.8 Procesos Productivos de la Madera

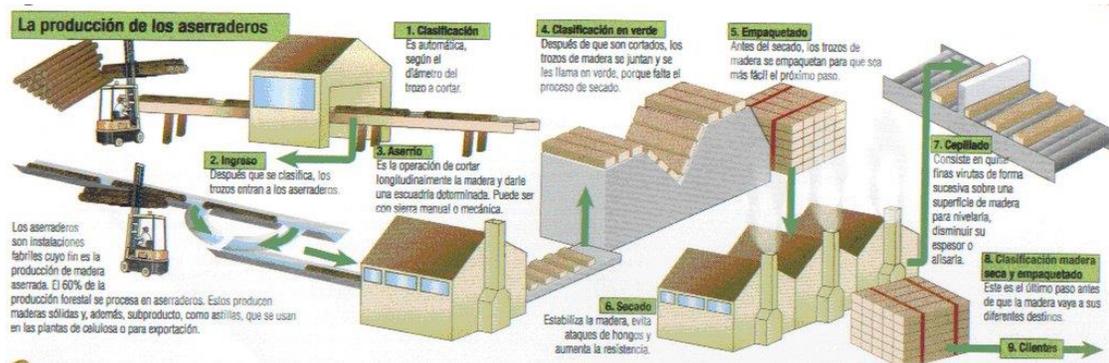


Ilustración 43 producción madera fuente: madera

12 FACTOR MERCADEO

12.1 Oportunidad de negocio

La viabilidad de FERCA como producto comercial dependerá en gran medida de la estimación de la demanda global, local y regional de la producción de cacao, que según Procolombia aliado estratégico del sector cacao y sus derivados, afirma que el país con la mayor tasa de exportación de cacao es Costa de Marfil y Ghana en África occidental, con un total de 2.011 toneladas para el año 2017 acaparando un total de 63% de la producción mundial. (Procolombia , 2018)

De los países latinoamericanos, Ecuador se destaca como el productor número uno con una taza de 270 toneladas al año. Colombia ocupa el décimo lugar, rodeando las 500 toneladas en los periodos de 2016 / 2017. Parece un panorama desafortunado si se atribuye a tales cifras el éxito del producto en el país, sin embargo, Colombia tiene condiciones agroecológicas óptimas que garantizan su permanencia como productor y es que La Organización Internacional de Cacao (ICCO) clasifico el 95% del cacao Colombiano de exportación como cacao fino y de aroma, atributo otorgado solo al 5% de los granos en todo el mundo (Procolombia , 2018).

Otra razón que garantiza la permanencia del cultivo es ser considerado un *cultivo para la paz*, el gobierno nacional centra sus esfuerzos en la sustitución de cultivos ilícitos bajo el lema “aromas de paz de Colombia para el mundo” y el cacao es el cultivo con mayores posibilidades de hacerlo realidad (Procolombia , 2018). Por este motivo La Unidad de Planificación Rural y Agropecuaria (UPRA) ha identificado 14,4 millones de hectáreas con amplitud alta y media para el cultivo de cacao áreas que coinciden con zonas de posconflicto.

Tales garantías fortalecen el propósito de instaurar a *Ferca* como un producto agroindustrial prometedor para pequeños y medianos cacaocultores que quieran unirse a esta causa.

12.2 Definición del mercado objetivo

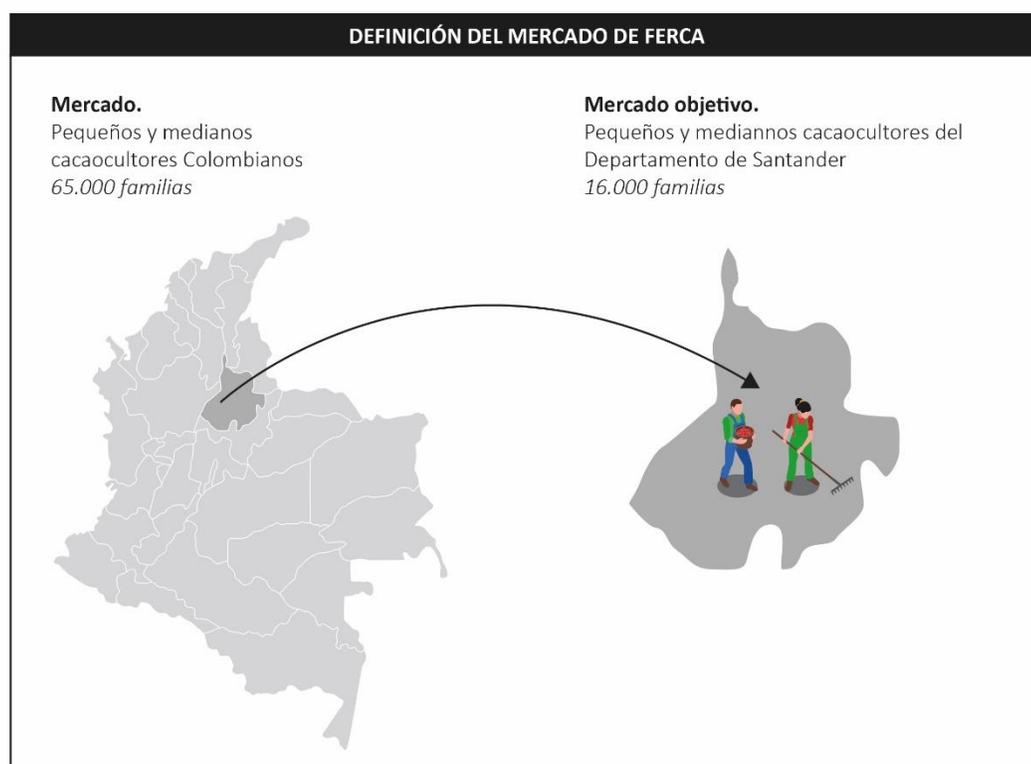


Ilustración 44 mercado

Para definir el mercado se tiene en cuenta las zonas y departamentos con mayor producción a nivel nacional, en este caso Santander cuenta con 26.315 toneladas en un área de 59.711 hectáreas, con un rendimiento de 0.46 toneladas por hectárea representando el 41% del total de la producción cacaotera del país

12.3 Ubicación geográfica

La zona productora de cacao se encuentra localizada en la Montaña Santandereana, Vertiente Occidental de la Cordillera Oriental, que recorre al departamento de sur a norte, bordeando el valle del río Magdalena. En esta subregión, se encuentran localizados, Landazuri, El Carmen, San Vicente, Rionegro, El Playón y Lebrija municipios, importantes por el área de explotación de dicho sistema de producción.

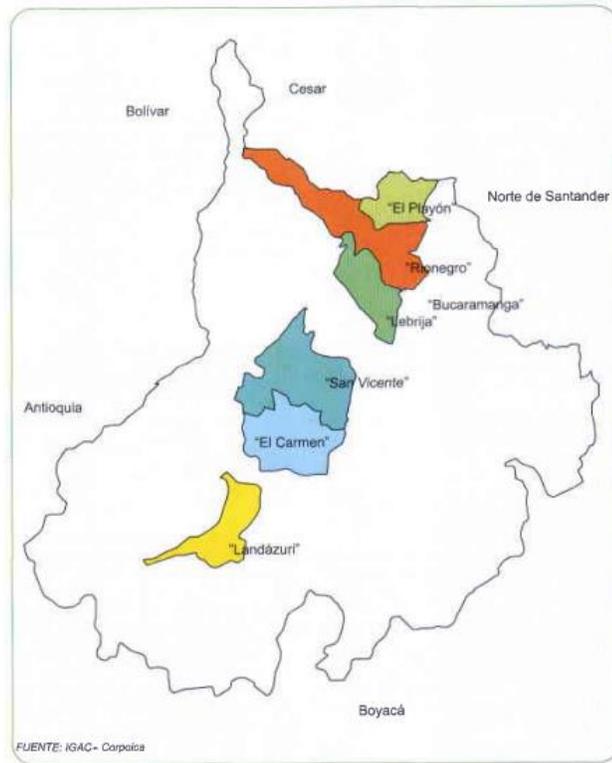


Ilustración 45 Zonas productoras de cacao del departamento de Santander

Nota: Las zonas productoras del departamento de Santander son: el playón, Rionegro, Lebrija, San Vicente, El Carmen, Landázuri.

12.4 Criterios Demográficos

Según la caracterización realizada por la Federación Nacional de Cacaoteros a 34.123 agricultores de cacao en Colombia durante el periodo de 2017 al 2021, en donde se tienen en cuenta solo la población cacaotera del departamento de Santander, se determinan los siguientes datos.

Criterios Psicográficos

Estilo de Vida: Personas que tengan tierras cultivadas y alcancen los 18.000 kilos anuales.

Criterios de comportamiento

Personas resilientes, entusiasta que refleje amor a su labor y al cultivo de la tierra

Origen Ednico

Solo el 7.64% de la población es afrodescendiente.

Nota: Adaptado de caracterización de Productores de Cacao (Fedecacao, 2022)

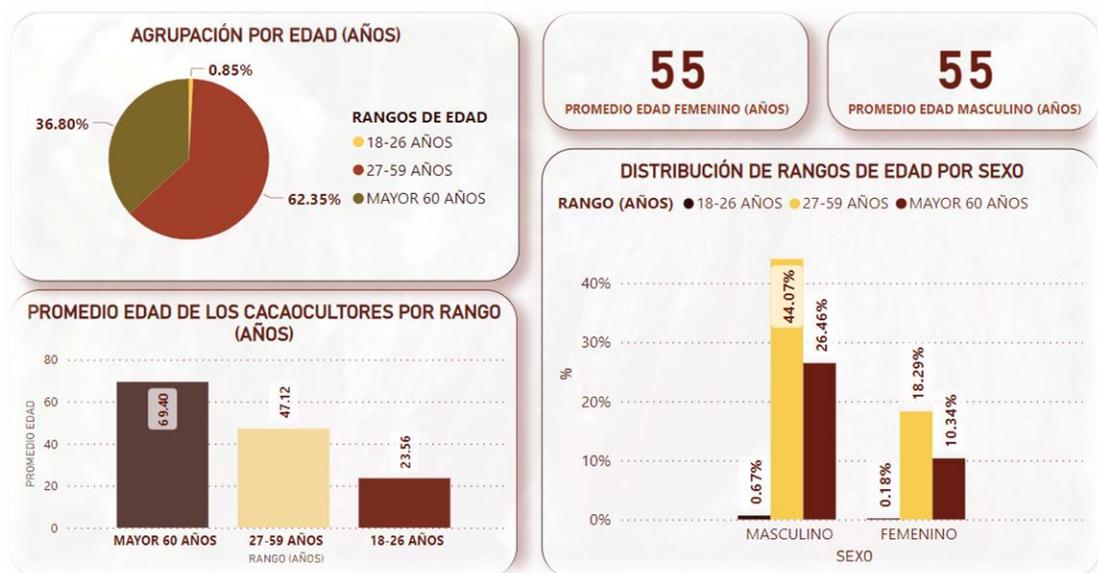


Ilustración 46 demografía

12.5 Estilo de vida del Cacaocultor

Hombre y mujeres que laboran en el campo dedicando la mayor parte del día a trabajar en sus cultivos, en donde desde muy temprano salen a sus tierras después de un buen desayuno que acompañan con una tasa de chocolate que ellos mismos cultivan, cosechan y benefician.

Por lo general los Cacaocultores también tienen otros cultivos que sirven de autoconsumo o una fuente alterna de ingreso económico; dichos productos son almacenados, con la finalidad de comercializarlos en el pueblo más cercano y venderlos.

12.6 Marca



Ilustración 47 Marca del producto

Nombre

Ferca nace de la fusión de las palabras *Fermentación* y *Cacao* que son las palabras claves que definen el objetivo principal del proyecto. Adaptándose a la necesidad de generar recordación *Ferca* como expresión supone que pueda ser tan interiorizado en la memoria de quien lo adquiere que con el tiempo puedan referirse al artefacto por su nombre y no por su función.

Imagotipo



Según el portal informativo *Diferenciador.com* “un imagotipo es la representación gráfica de una marca que conjuga un elemento tipográfico y un icono fácilmente diferenciables” (Diferenciador.com, s.f)

El Imagotipo *Ferca* nace de mezclar la fuente tipográfica Corbel (Anexo 4) y características graficas simplificadas del arriñonamiento característico del grano fermentado.

Empaque

Teniendo en cuenta los materiales y el peso del producto se propone que sea empacado y transportado en cajas de cartón corrugado doble



Ilustración 48 cartón embalaje

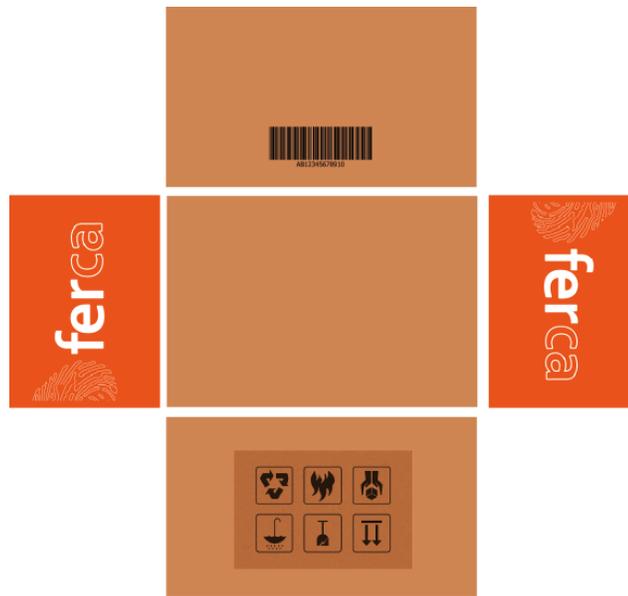


Ilustración 49 imagen caja
13 FACTOR GESTION

Ferca es un producto Industrial para el agro enfocado a la etapa de fermentación del grano de cacao, fortalece los esfuerzos enfocados a la calidad de sus derivados, mediante adopción de un sistema de remoción por aspas que permite el quiebre de la masa aumentando su oxigenación y reduciendo los esfuerzos físicos a los que los operarios debían someterse en cada remoción manual.

El emprendimiento basado en la innovación se considera un factor que impulsa el desarrollo económico (Almodovar, 2017); a partir de esto, el proyecto se puede definir como un emprendimiento que impulsa el desarrollo económico en el sector cacaotero el cual se explica y define a partir del modelo de negocio CANVAS. **(Anexo 5).**

13.1 Diferenciación en el mercado

El mercado al que se dirige Ferca como producto es el de maquinarias agrícolas, en la búsqueda de una mayor eficiencia productiva orientada a la calidad de la fermentación del grano de cacao.

13.2 Importancia de Innovar en el sector agrícola

El desafío de innovar en el sector agroindustrial no radica solamente en generar nuevos procesos, equipos y estrategias, sino en alcanzar la aceptación de nuevas rutas que puedan ser implementadas por los mismos expertos (cacaocultores) quienes han perfeccionado su labor y el hacer por años. Sin embargo, ante la demanda cada vez más elevada de productos alimenticios y la exigencia de los mercados por el aumento de la población, hacen que los medianos y pequeños productores deban reinventarse recurriendo a la tecnología para elevar su producción.

Las Naciones Unidas prevé que la población mundial alcanzará los 9 mil setecientos millones de habitantes hacia el 2050 esto supone un aumento del 50% en la producción de alimentos para cubrir la demanda mundial (Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, s.f)

Esto no excluye a Colombia quien se destaca por ser el quinto exportador agrícola detrás de Brasil, México Argentina y Chile (Procolombia , 2018) contando con 40 millones de hectáreas que pueden destinarse a impulsar los sectores agroindustriales, pero tan solo el 19% de las mismas han sido utilizadas.

Dentro de los productos con oportunidad de Inversión según Procolombia , (2018) se encuentra el cacao que además de exportarlo, lleva a otros países subproductos derivados como son licor de cacao, aceite de cacao y cacao en polvo deseables en la industria alimenticia y cosmética. Los principales compradores son Estados Unidos, Holanda, Japón, Canadá, Alemania, México y Perú (Procolombia , 2018) a lo cual la calidad juega un papel fundamental, un producto de calidad fortalece y aumenta su consumo a su vez el consumo fortalece la economía de un país. Ferca busca innovar en el mercado apostándoles a este propósito favoreciendo a la calidad con incidencia en la etapa fermentativa del grano, para esto se pretende generar estrategias que generen la aceptación del producto en sector cacaocultor.

13.3 Incursión al mercado

Ferca se instaure como nuevo producto para la agroindustria, es indispensable contar con un panorama de sus principales fortalezas y debilidades que permitan generar soluciones de cómo proceder y rebatir las falencias que amenazan el emprendimiento en sus inicios.

13.4 Análisis DOFA

Una de las principales herramientas de análisis e identificación de debilidades en el emprendimiento se logran rebatir con la ayuda del método la universidad Nacional de Colombia UNAL (2022) afirma lo siguiente: “es una herramienta de diagnóstico y análisis para la generación creativa de posibles estrategias a partir de la identificación de los factores internos y externos de la organización”, el análisis se aborda desde una perspectiva inicial del emprendimiento es así como se describen sus ventajas y desventajas.

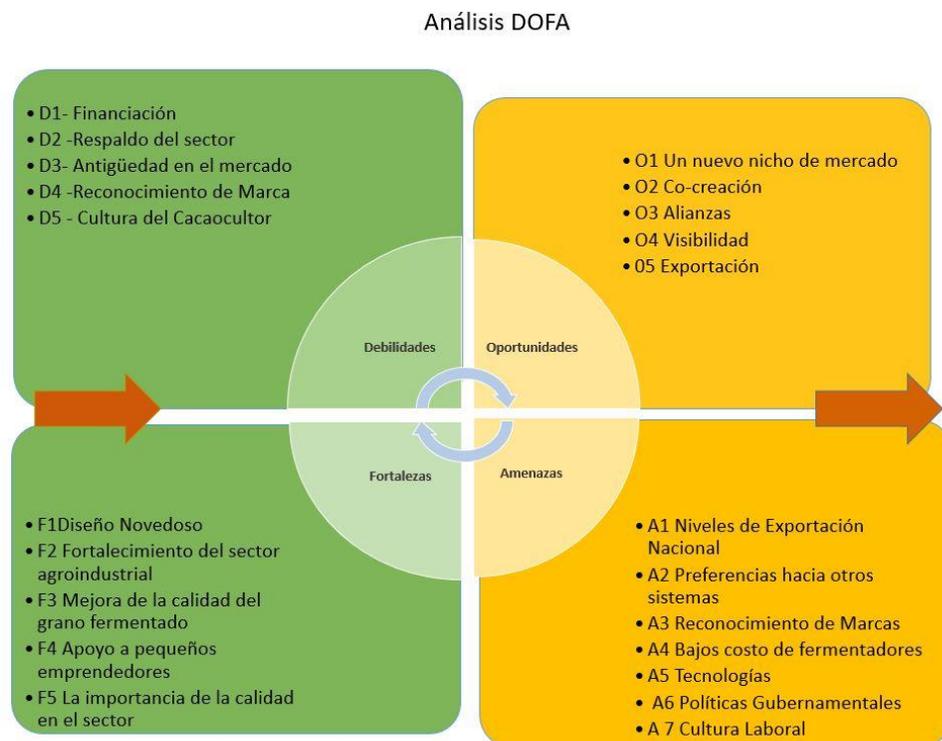


Ilustración 50 DOFA

Si buscamos rebatir debilidades con fortalezas podría encontrarse caminos o soluciones que para alcanzar el éxito del emprendimiento. Si se contrasta **D1** con **O3**, encontramos que la financiación puede alcanzarse a través de la creación, es decir buscando entidades dispuestas a e invertir para encontrar beneficio mutuo.

13.5 Estrategia de alianza

En el CANVAS (Anexo 5) se encuentran las alianzas claves que pueden contribuir al crecimiento de la empresa, dentro de los cuales se encuentra la

Federación Nacional de Cacaoteros el ente regulador de las estrategias que se llevan a cabo en el país en beneficio del agricultor y su cosecha.

Una de las actividades claves es una propuesta atractiva de cómo puede beneficiar a la entidad el invertir en la propuesta de diseño de tal forma que ambas partes resulten beneficiadas, esto dependerá de los resultados de que el producto es viable y que cumple con los estándares de la organización para ser implementado.

13.6 Cliente potencial estratégico

Fedecaco entidad que respalda al gremio de cacaocultores se fundó en 1960, esta interviene en la regulación del mercado actuando como comercializadora del grano y de la constitución de comités de productores en todas las regiones productoras, generadora de mano de obra de la mano de las familias, generando así mayor sentido de pertenecía. Su presidente ejecutivo Eduard Baquero afirma que:

“El cacao no solamente ahora sino desde mucho tiempo atrás es un cultivo que ha permitido cambiar las vidas de muchas personas, es una especie generadora de mano de obra desde vínculos internos como son los núcleos familiares, adicionalmente es un cultivo que ha sustituido gran parte de aquellos que son ilícitos y muchas familias que antes solían cultivar coca han determinado cultivar cacao, lo que les ha cambiado la vida totalmente en la legalidad” (Tvagro, 2018).

En San Vicente de Chucuri se encuentra su sede experimental, la granja Villa Mónica donde se lideran proyectos como es el de *entornos controlados* en que se capacitan excombatientes de grupos subversivos en técnicas de cacao, incluso pueden retomar sus estudios primarios o secundarios (Tvagro, 2018). Tener el respaldo de la entidad es un objetivo a corto plazo en la iniciativa de Ferca como proyecto de emprendimiento, ya que dentro de las instalaciones se encuentran la tecnología necesaria para medir la calidad de los granos, medición de temperatura, pruebas de corte, secado etc. que para verificar la efectividad del fermentador. En este caso las etapas previas de comercialización donde es fundamental realizar estudios de campo. Los ingresos serán el resultado de la venta del producto.

13.7 Relación con el cliente

Canales de distribución y comunicación

- Punto de venta Ferca
- Vínculos comerciales con Integradores

Integradores

- Tiendas Agrícolas: Todos aquellos distribuidores que cuentan con puntos de venta donde ofertan el producto e incluso productos de la competencia.

13.8 Herramientas de interacción digital

- ***Redes sociales***

Otras de las debilidades de *Ferca* como producto nuevo, es alcanzar visibilidad. Hoy día para alcanzar ese propósito se han optimizado muchas plataformas como Facebook, Instagram, Tiktok entre otras que brindan la posibilidad de mostrar el producto a miles de internautas, por tanto, la importancia de contar con redes sociales en el emprendimiento es fundamental.

- ***Facebook***

Según el portal informativo Blue Radio (2022) la plataforma Facebook cuenta con un 93.6% de visitas a diario, Instagram 82.0%. y WhatsApp con un 90.7. Y en general, para el periodo de enero del 2021 se encontraban 39,00 millones de usuarios de redes sociales. Tales estadísticas dejan claro la importancia de contar con medios electrónicos de comunicación para alcanzar el posicionamiento.

- ***Instagram***

Un aspecto importante a considerar es decidir en qué red social invertir para marketing digital de la empresa, en el caso de Instagram según afirma (Nieto, 2021,p.204):

“impulsa todo tipo de productos mediante la utilización de hashtag al pie de foto (palabra clave), permitiendo que el algoritmo clasifique el contenido donde se registra simultáneamente a todas las búsquedas relacionadas a esa categoría, esto permite que usuarios realicen un rastreo desde la comodidad de su hogar, tecleando el hashtag que responde al producto de su interés facilitando las

ventas directas” actualmente todas las plataformas implementan este sistema de búsqueda.

- **Página web**

Según (Nieto, 2021) “La página web es la principal estrategia de marketing digital, mediante ella se puede rastrear el comportamiento de consumo de los clientes, es la forma más eficiente de llegar al cliente ocasional”. Es un medio donde el cliente puede realizar quejas y reclamos, con la diferencia que la pagina le brinda la posibilidad de conocer quienes hacen parte de la empresa, que productos oferta, unidades, puntos de venta referenciados, así como antigüedad en el mercado etc. convirtiéndose en la hoja de vida de la marca.

- **Fuentes de ingreso**

Las fuentes de ingreso de ferca son:

- Por la venta del equipo fermentador
- Venta de repuestos y partes del equipo
- Por el servicio de mantenimiento y reparación

- **Recursos claves**

- Planta física
- Insumos -Maquinaria
- Outsourcing (Corto plazo)

- **Actividades claves**

En el Canvas (Anexo5) se definen muchas de las actividades que resultan determinantes para Ferca sin embargo 2 en particular son de vital importancia, que son la búsqueda de financiación y Asesoría legal, los términos de legalidad abarcan todas las políticas que se deben cumplir como empresa legal, esto evitara retrasos en la implementación de la idea e incluso sanciones que puedan perjudicar el emprendimiento desde sus inicios. La consultoría para la agroindustria es de las alternativas para evitar tales consecuencias, la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, s.f afirma que:

“En la agroindustria, la asesoría y consultoría se concibe como un servicio integral que orienta y acompaña al productor agropecuario en todas y cada una de las diferentes fases de formulación, gestión y ejecución, tanto para implementar nuevos proyectos productivos, mejorar los indicadores económicos y de producción de proyectos productivos ya existentes, o bien para promover la reconversión a actividades agrícolas o pecuarias que tengan grandes oportunidades de mercado”.

14 FACTOR COSTOS

El análisis de los costos del proyecto se encuentra consignado en el documento de Excel (**Ver anexo 10**) en donde se tienen en cuenta cada una de los sistemas que se tercerizan y los que se adquieren ya industrializados.

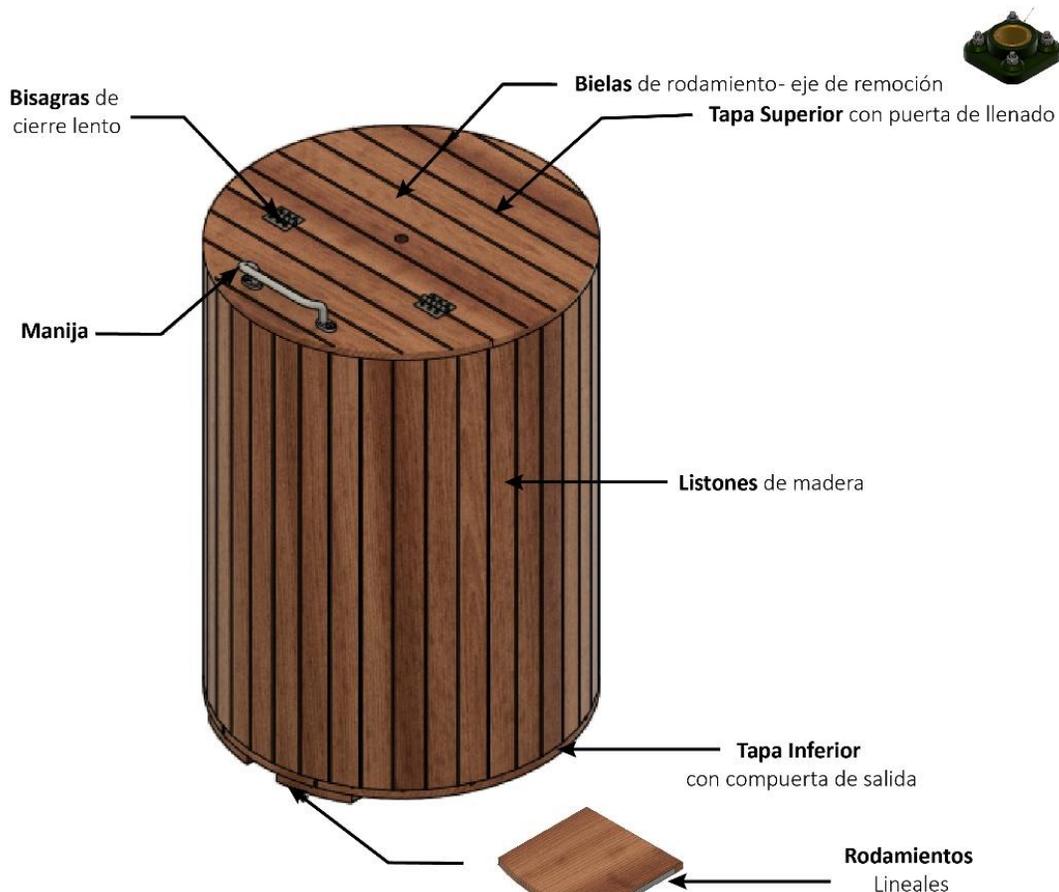


Ilustración 51 Detalle de las partes mencionadas en el análisis de costos

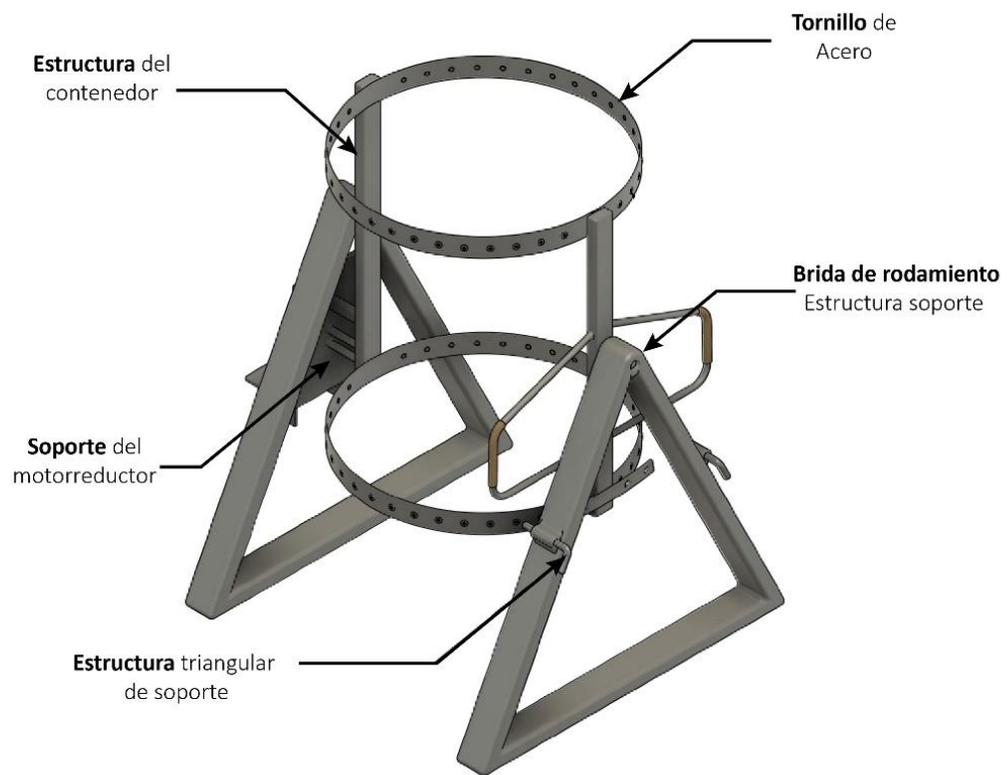


Ilustración 52 Despiece de la estructura se soporte para costos

Ferca tendrá una producción anual de 100 unidades con un costo unitario de producción equivalente a 4.242.397 de pesos, en donde se ofrecerá al pública por un valor de 7.119.812 con una rentabilidad del 40% (1.709.438) y sumando el impuesto de IVA.

15 FACTOR INNOVACIÓN

Innovación incremental y de producto.

El sistema de fermentación de granos de cacao FERCA está basado en la implementación de tecnología para mejorar el control de las variables que son influyentes en el resultado final de la calidad del grano, temperatura y frecuencia de remoción.



Ilustración 53 innovación de ferca

Es así como se puede decir que el nuevo sistema de fermentación es una innovación incremental y de producto por que se presenta al mercado como un nuevo sistema de fermentación de grano de cacao que disminuye las posibilidades de errores en la fermentación, controlando la remoción de los granos en los tiempos exactos; de igual manera su sistema semiautónomo

reduce el tiempo que el agricultor emplea en realizar el proceso, lo que permite realizar otras tareas.

CAPÍTULO 4 COMPROBACIONES

16 MODELO DE COMPROBACIÓN TRIDIMENSIONAL



Ilustración 54 Modelo de comprobación

16.1 Gestión Previa de la Comprobación

Para el desarrollo de la etapa de comprobación se contó con personal de la Federación Nacional de Cacaoteros, el ingeniero Édison Ramírez y técnico de campo Silverio Gómez, miembros activos del gremio regional de la federación, quienes compartieron sus conocimientos y experiencias durante el desarrollo del proyecto.

A través de ellos se logra el acceso a las instalaciones de la granja experimental Villa Mónica en donde se cultiva, cosecha y beneficia el cacao, es así como teniendo el apoyo del técnico de campo Silverio Gómez se procede a realizar las comprobaciones en dichas instalaciones en donde también se accede al préstamo de equipos como el monitor de temperatura y el acompañamiento del personal



Ilustración 55 Oficina de Fedecacao – Entrega del Equipo de Monitoreo



Ilustración 56 Acompañamiento del personal - Granja Villa Mónica

16.2 Insumos para realizar la comprobación

- Sensor de temperatura – Cataloger
- Navaja para realizar los cortes al grano
- Cámara para tomar registro fotográfico

16.3 Cumplimiento de los objetivos

Objetivo 1- Conservar la temperatura natural del proceso de fermentación de cacao

Para llevar a cabo la toma de la temperatura se usa como instrumento de medición un Cataloger el cual monitoreó el grano de cacao durante las primeras 96 horas del proceso (Ver anexo 8) y los resultados se expresaron en la siguiente ficha de evaluación.



Ilustración 57 Cataloger – Medición térmica

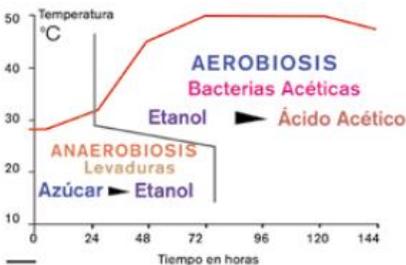
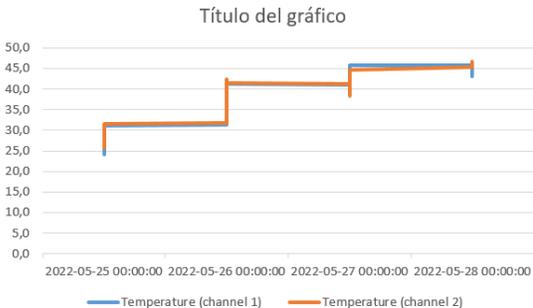
Tabla 1 Ficha de evaluación de temperatura

Ficha de monitoreo de temperatura
--

<p><i>Objetivo.</i> Conocer los niveles de temperatura que alcanza los granos de cacao en el proceso de fermentación en el nuevo sistema implementado.</p> <p><i>Instrucciones.</i> Para realizar el monitoreo de la temperatura es necesario tener un termómetro o Cataloger que le permita conocer la temperatura en la que se encuentra la masa.</p>				
Datos previos al proceso				
Nombre de operario		Cindy Vanessa Guevara Soto		
m.s.n.m		693	Kilogramos de masa	40
<i>Momentos de toma de temperatura</i>		<i>Hora</i>	<i>Fecha</i>	<i>Temperatura °C</i>
1	En el instante en el que se deposita el grano en el contenedor	5:30 pm	25 de marzo	24.2
2	24 Horas (1 día)	5:30 pm	26 de marzo	40,6
3	48 Horas (2 días)	5:30 pm	27 de marzo	39,8
4	72 Horas (3 días)	5:30 pm	28 de marzo	42.4
5	96 Horas (4 días)	5:30 pm	29 de marzo	46.8
6	120 Horas (5 días)			
7	144 horas (6 días)			

Como se puede evidenciar el objetivo se cumple porque logra obtener un comportamiento de temperatura ideal que debe tener los granos de cacao en el proceso de fermentación.

Tabla 2 Grafica de Temperaturas

Comportamiento ideal de la temperatura	Comportamiento de la temperatura en el prototipo
<p>Figura 13 Comportamiento ideal de la temperatura</p> 	<p>Figura 14 Comportamiento de la temperatura en modelo de comprobación</p> 

Se concluye que la temperatura de la comprobación (Figura 14) se mantiene igual a la temperatura dada en el comportamiento ideal (Figura 13)

Objetivo 2- Generar una remoción homogénea de los granos de cacao durante el tiempo de volteo

Para determinar que cumple con el objetivo 2 alcanzando una remoción homogénea dentro del proceso, se hace un muestreo por observación directa al someterlos al siguiente criterio

- La cantidad de granos visiblemente arriñonados sometidos a pruebas de corte

Ficha de observación y conteo de granos

Objetivo.

Conocer el estado físico del grano que permita determinar el nivel de homogeneidad que tiene la masa de cacao después de los volteos realizados durante el proceso de fermentación

Instrucciones.

Para realizar la evaluación del grano debe sacar una muestra representativa de la siguiente manera, *por cada 40 kilogramos se le debe tomar muestra a 20 granos de cacao*. Los granos deben ser tomados de diferentes partes del contenedor y después cortados de manera transversal como lo muestra la figura

Figura 15 Corte del grano de cacao para medir la homogeneidad



Después de cortado el grano se observa el estado de arriñonamiento que tiene y se determina si este obtuvo una remoción homogénea o por el contrario están quedando granos sin ser removidos

Datos previos al proceso

Nombre de operario	Cindy Vanessa Guevara Soto		
Kilogramos de masa	40	Muestra	20 granos
<i>Guía visual para evaluar</i> (solo se observa el arriñonamiento del grano, el color no es un indicador)			
Conteo de granos bien fermentados	19		1

El número de granos que no fueron removidos correctamente fue 1 grano de 19 fermentados correctamente (**Ver Anexo 8 – “Selección y prueba de corte”**)

Objetivo 3- Regular la frecuencia de remoción de los granos durante el proceso de fermentación

Esta comprobación se realiza implementado un sistema de temporizador digital, el cual va conectado a la toma corriente en donde se conecta la fuente de energía de energía para el motor y este se programa para que encienda y apague según las necesidades; en este caso específico se programa para que se encienda a las 48 horas de ser conectado y se apague transcurrido 120 segundos y vuelva a encenderse a las próximas 24 horas y dure encendido los mismo 120 segundos que es el tiempo necesario para desarrollar una buena remoción del grano con el sistema implementado.



Ilustración 58 Temporizador digital programable

Tabla 3 Registro de tiempos

Intervalo de tiempo	remoción	Observaciones
Día 2 - 7:00 am	120 segundos	Los granos se remueven de manera homogénea como se puede observar en los videos (ver anexo 8) – videos de remoción
Día 3 - 7:00 am	120 segundos	
Día 4 - 7:00 am	120 segundos	
Día 5 - 7:00 am	120 segundos	

Es esta comprobación de puede concluir que el sistema brinda la seguridad de remoción en el tiempo determinado, lo que permite la puntualidad del proceso.

16.4 Conclusiones de la comprobación

Remoción

A pesar de que la remoción es autónoma gracias al sistema de aspas, estas son fijas al sistema lo que dificulta el acceso y recolección de los granos que

quedan dispersos en el fondo del contenedor luego del vaciado a través de la puerta de servicio.



Ilustración 59 Residuos de granos después del proceso

Dimensión

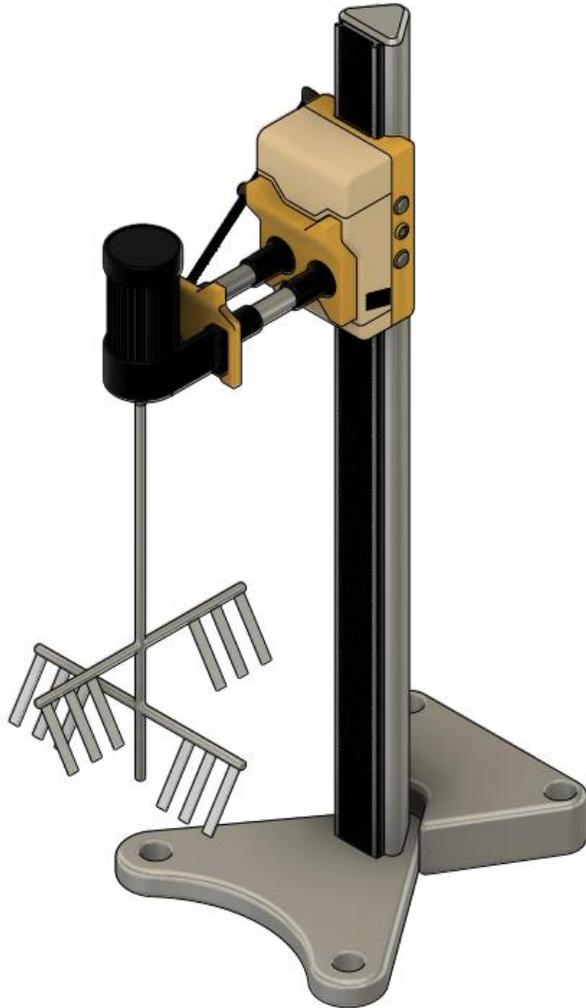
El modelo deber ser ajustado en sus dimensiones ya que el usuario presenta inconvenientes al momento de tener acceso a los granos depositados en el contenedor

Calidad del grano

En este punto es importante aclarar que un buen resultado en la etapa de fermentación es un estado más próximo en el alcance de la calidad, ya que se desarrollan el mayor número de precursores del olor y el sabor, pero no es el único proceso que interviene de forma definitiva para garantizarla, por tanto, la contribución y logros obtenidos de la comprobación aumentan el alcance hacia la calidad, pero no es una muestra definitiva

17 REDISEÑO

Basados en las conclusiones anteriores se plantea un rediseño teniendo en cuenta los aspectos de limpieza y control de los granos en cada una de las fases del proceso (ver anexo 14)



En donde el sistema de remoción es independiente del contenedor y este permite desplazarse en el eje vertical para poder introducirse y retirarse del contenedor

CONCLUSIONES

Impactos desde el punto de vista social

Desde el enfoque social, Ferca reflejará dos condiciones mayor libertad de tiempo del que dispondrá el cacaocultor, así como, mayor libertad financiera, estos dos factores generan impactos positivos en el desarrollo de las familias cacao cultoras, hay que recordar que el cultivo de cacao está integrado en su mayoría por grupos de familias cacao cultoras; muchas de ellas han optado por la reconversión de cultivos de coca. Una producción rentable les garantiza su sustento desde la legalidad y facilita un mayor acceso a la educación de la familia. El fortalecimiento de los procesos, y el uso de tecnología aumentan las probabilidades de que muchos otros núcleos que aún se encuentran en la ilegalidad, resulten beneficiadas en su integración a los “cultivos para la paz” para ello el contar con las herramientas que aumentan las probabilidades del éxito es una responsabilidad que desde los términos del gobierno nacional y la intervención de los diseñadores Industriales puede alcanzarse.

Impactos desde el punto de vista económico

El precio del grano de cacao está sujeto a su calidad, a su vez la calidad se desarrolla por los procesos implementados en la etapa de beneficio, la propuesta busca exactamente eso, fortalecer el proceso orientado a la calidad desde su fermentación, por ejemplo una mejor remoción garantiza un mayor número de granos fermentados; en términos de agroindustria la tecnología ligada a los procesos está cobrando cada vez más relevancia, pues un buen resultado fortalece la economía tanto del productor como del país donde se cultiva y procesa el grano. Esto garantiza una mayor productividad y competitividad a nivel nacional y regional.

Impactos desde el punto de vista cultural

El impacto del nuevo fermentador traería consigo efectos positivos y negativos, referente al ambiente cultural dentro de la comunidad cacao cultora se puede decir que, es cierta la necesidad de tecnificación en los procesos agrícolas, pero para el caso del cacao su beneficio o transformación es casi una transición de saberes, es decir tal cambio pondría en riesgo muchos de los aprendizajes

que se han perfeccionado a través de generaciones y que se han convertido poco a poco en tradición, estrechando los lazos entre el valor del saber de un campesino y la producción agrícola. Por otra parte, de forma positiva, la tecnificación de un proceso da como resultado optimización del tiempo que puede ser aprovechado en otros ciclos del proceso que requieran mayor vigilancia y supervisión.

Impactos desde el punto de vista ecológico

Desde una perspectiva ambiental y teniendo en cuenta el aprovechamiento de los recursos, es preciso aclarar que gran parte del rediseño será fabricado en madera, material que ya es implementado y es fundamental mantener por criterios de calidad. En caso de que la fabricación de Ferca requiera un número elevado de materia prima, la empresa prevé contactar con proveedores que cuenten sello verde (Sello Ambiental Colombiano (SAC), esto garantiza una mejor explotación de los ecosistemas existentes, reduciendo así el impacto del producto en el mismo. Todo lo anterior, aunque parezca ambiguo, es posible a través de la investigación meticulosa sobre el sector maderero y quienes desde allí están comprometidos en proteger la fauna y la flora.



Ilustración 60 Ciclo de vida e impactos posibles de un producto

El estudio que se lleva a cabo en esta investigación en la medición de los impactos es estudio de impacto ambiental parcial mediante la matriz de análisis *Leopold* y se utiliza para evaluar los impactos iniciales de un proyecto en su entorno natural (Tito, 2022) .

En el análisis Leopold (Anexo 6) esta matriz está constituida por componentes y factores, La calificación es cualitativa y el resultado cuantitativo, la sumatoria de aspectos negativos que más golpean al medio ambiente es contaminación atmosférica por extracción de minerales para la aceración, seguido de la tala indiscriminada, por ende deben generarse estrategias que reduzcan el impacto en el medio ambiente aunque cabe recalcar que la evaluación se realiza desde el inicio del ciclo, desde la extracción de materia prima, indirectamente los productos que dependen de tales procesos suman en el deterioro atmosférico.

Impactos desde el punto de vista tecnológico

El sistema de remoción por revolución como mecanismo y su implementación en la industria, no es del todo desconocido; por ejemplo, se han implementado en procesos de beneficio del grano de café y en otros procesos de explotación ganadera. Sin embargo, en la actualidad tal mecanismo no cobra relevancia en la producción de cacao, como se menciona anteriormente es un proceso lleno de tradición, esta propuesta busca que ambos aspectos puedan coexistir, y alcanzar resultados mucho más eficientes, aprovechando la tecnología disponible.

Impactos desde el punto de vista ético

El contar con el apoyo de fedecacao en pruebas de campo, es determinante cuando lo que se busca total satisfacción de quienes serán los testigos del cambio en su producción, los cacaocultores. Ferca no es un terreno minado donde el detonante sea el lucro, resulta importante para el sostenimiento de la empresa misma, sin embargo, es un capítulo donde ambas partes resultan beneficiadas, por tanto, el lucro es una realidad de cualquier mercado emergente, sin embargo, la efectividad del (método-proceso-diseño) es donde todo adquiere convergencia, una adecuada remuneración del gremio cacaotero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acerocid. (12 de 07 de 2021). Descripción visual del proceso productivo de- ptr [video]. Youtube .
- Almodovar, M. (2017). Tipo de Emprendimiento y Fase de Desarrollo como Factores Claves para la Actividad Emprendedora. 229. Universidad Extremadura. Obtenido de https://dehesa.unex.es/flexpaper/template.html?path=https://dehesa.unex.es/bitstream/10662/9758/1/CRLA_60695.pdf#page=1
- Asociación ASOACASAN. (2020). Recuperado el 11 de 05 de 2021, de https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00XDCP.pdf
- Campuzano, V. A. (2007). *Caracterización Orgaleptica del Cacao [Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo - Ecuador]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://cadenacacaoca.info/CDOC-Deployment/documentos/Caracterizaci0n.pdf>
- Cardozo, S. (09 de 06 de 2019). *Circuito Productivo*. Obtenido de <https://circuitoproductivo.com/madera/#:~:text=Primero%20se%20elimi na%20la%20corteza,de%20acuerdo%20a%20su%20calidad.>
- Castillo, J. (marzo de 2019). *Diseño de un fermentador orientado a mejorar el proceso de fermentacion del cacao criollo blanco de Piura (Tesis de Máster en ingeniería mecanico-electrica con mendion automatica y optimizacion) Universidad de Piura, facultad de ingeniería*. Obtenido de Universidad de Piura:

- https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4017/MAS_IME_AU_T_033.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Diferenciador.com. (s.f). *Diferenciador.com*. Obtenido de diferenciador.com/logotipo-isotipo-imagotipo-e-isologo/#:~:text=Un%20logotipo%20se%20refiere%20a,marca%20sin%20mencionar%20su%20nombre.
- Fedecacao. (2016). *Fichas Técnicas de Ocho Clones Obtenidos por Fedecacao* (Vol. 1). Bucaramanga, Colombia: UIS.
- FEDECACAO. (2019). Fedecacao y los cacaocultores. La apuesta a la certificación en BPA. *Colombia Cacaotera*, 12.
- Fedecacao. (2022). Caracterización de Productores de Cacao 2017-2021. Recuperado el 24 de 2022 de 04
- Federación Nacional de Cacaoteros (FEDECACAO). (09 de 04 de 2022). Obtenido de <https://www.fedecacao.com.co/investigacion>
- Federación Nacional de Cacaoteros. (2015). *Guía Técnica para el Cultivo del Cacao* (Sexta ed.). Bogotá, D.C , Colombia: Suministros y EdicionesLCB Ltda.
- Federación Nacional de Cacaoteros. (2021). [ww.agronet.gov.co](http://www.agronet.gov.co). Recuperado el 08 de 05 de 2022, de <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/3666/1/031.1.pdf>
- García, L. V. (2021). OPTIMIZACIÓN DE LA FERMENTACIÓN DE CACAO (*Theobroma cacao*) de especies cultivadas en los departamentos del Meta y Guaviare. Revisión de literatura. *OPTIMIZACIÓN DE LA FERMENTACIÓN DE CACAO (Theobroma cacao) de especies cultivadas en los departamentos del Meta y Guaviare*. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana - Departamento de Microbiología Industrial.
- Llerena, W. F. (2016). Mejoramiento del proceso de fermentación del cacao - variedad nacional y variedad CCN51-. *Mejoramiento del proceso de fermentación del cacao -variedad nacional y variedad CCN51- (versión electrónica)*. Ecuador: UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE ANDALUCÍA.
- Lozano, W. L. (2014). *Influencia de la frecuencia de remoción durante la fermentación en la calidad sensorial del cacao [Tesis de grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Lima, Perú]*. Repositorio Institucional. Obtenido de https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/3877/Loayza_lw.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Mundo Cacao. (28 de Agosto de 2020). Importancia de la Fermentacion en Cacao para un Chocolate de Calidad. Youtube, Colombia. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=9CV9GpG6nUI&t=8s>
- Nieto, A. (2021). *MEJORAMIENTO EN LA EXPERIENCIA DE USO DE MULETAS [Tesis de Grado, Universidad de Pamplona]; Nieto, Alberto Manuel*. Repositorio Institucional, Pamplona.
- Norma Técnica Icontec 5811. (2011). *Buenas Practicas Agricolas para Cacao. Requisitos generales*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). Recuperado el 10 de 05 de 2021, de <https://www.google.com/search?q=norma+tecnica+colombiana+5811+actualizada&oq=norma&aqs=chrome.0.69i59l3j69i57j0i433i512j0i131i433i512j0i20i263i512j0i433i512j0i131i433i512j0i512.2084j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
- Norma Técnica NTC COLOMBIANA 1252. (30 de 04 de 2021). *Dokumen*. Obtenido de <https://dokumen.tips/documents/ntc-1252-cacao-en-grano.html>
- Normadera . (17 de 05 de 2022). *Normadera*. Obtenido de <https://normadera.tknika.eus/es/content/color.html>
- NSK. (2022). *Motion & Control NSK*. Obtenido de <https://www.nskeurope.es/es/bearings/products/what-s-a-bearing.html>
- Observatorio del Cacao . (01 de 05 de 2021). *Observatorio del Cacao*. Recuperado el 01 de 05 de 2021, de <http://www.observatoriodelcacao.com/origen/>
- Organizacion de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. (10 de 04 de 2021). *www.fao.org*. Obtenido de <https://www.fao.org/common-pages/search/es/?q=chocolate%20norma%20>
- Organizacion internacional del cacao. (Mayo de 2018). *Organizacion internacional del cacao*. Obtenido de [occi.org: https://www.icco.org/growing-cocoa/](https://www.icco.org/growing-cocoa/)
- Procolombia . (2018). Recuperado el 24 de 04 de 2022, de https://www.idhsustainabletrade.com/uploaded/2018/07/2.-Presentaci%C3%B3n-ProColombia_Cacao.pdf
- Ramos, J. C. (2019). *Diseño de un Fermentador Orientado a Mejorar el Proceso de Fermentación del Cacao Criollo.[Tesis de Grado, Universidad de Piura]*. Repositorio Institucional.
- Superintendencia de Industria y Comercio. (01 de 05 de 2021). *sic.gov.co*. Obtenido de

- https://www.sic.gov.co/recursos_user/documentos/promocion_competencia/Estudios_Economicos/Cacao.pdf
- Tito, B. (2 de 08 de 2022). *Ingenieria Ambiental [Pagina especializada en Temas Ambientales para el Público en General]*. Obtenido de <https://ingenieriaambiental.net/matriz-de-leopold/#:~:text=%C2%BFPara%20que%20sirve%20la%20matriz%20de%20Leopold%3F%20La,Leopold%20y%20sus%20valores%20para%20un%20determinado%20proyecto>
- Tvagro. (25 de 10 de 2018). Por qué pertenecer al GREMIO del CACAO? con FEDECACAO [Video]. Youtube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=5ZYkuHPgWg8>
- Universidad de Guadalajara [Dimensiones Antropométricas de la Poblacion latinoamericana; Mexico, Cuba, Colombia, Chile]. (2007). *ResearchGate*. Recuperado el 18 de 04 de 2022, de https://www.researchgate.net/publication/31722433_Dimensiones_antropometricas_de_la_poblacion_latinoamericana_Mexico_Cuba_Colombi_a_Chile_R_Avila_Chaurand_LR_Prado_Leon_EL_Gonzalez_Munoz
- Universidad EIA . (Julio - Diciembre de 2016). Interfaz Hápticas: Sistemas Cinestésicos vs Sistemas Táctiles. 13, 13-29. Recuperado el 10 de 02 de 2020, de <http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n26/n26a02.pdf>
- Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. (s.f). Mercados Agroindustriales Marketing e Innovacion. Mexico, Tabasco. Obtenido de <https://archivos.ujat.mx/2021/div-DACEA/publicaciones/Libro-Agroindustria.pdf#:~:text=El%20sector%20agroindustrial%20es%20uno%20de%20los%20principales,comercializaci%C3%B3n%20de%20productos%20forestales%20agrarios%2C%20pecuarios%20y%20biol%C3%B3gicos>.
- Valencia, M. S. (2009). *Morfogénesis del Objeto de Uso* (Edicion Digital ' 2009 ed.). Colombia : Organización DiseñoLA. Recuperado el 14 de 05 de 2021
- Velasquez, L. M., Sandoval, E. R., & Chamorro, E. M. (2016). Diagnóstico de las prácticas de beneficio del cacao en el departamento de Arauca. *Revista LASALLISTA de Investigación*, 94-104.