

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la**  
**Producción**

“Diseño de un centro de acopio y planta procesadora de tabletas de chocolate en el cantón Balao de la provincia del Guayas”

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**INGENIERO DE ALIMENTOS**

Presentado por:

Anabel Cristina Aguirre Valarezo

Gabriela Melissa Román Floril

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2016

# AGRADECIMIENTOS

A Dios, por escuchar mis oraciones y permitir que finalmente alcance esta anhelada meta.

A toda mi familia por su incondicional apoyo, en especial a mis padres los que sin dudarlos siempre apoyaron mis decisiones y permitieron que me forme como la persona que soy. .

A mi compañera y gran amiga Gabi, con la que compartí a lo largo del proyecto preocupaciones pero sobre todo alegrías. Gracias por todo el esfuerzo y la colaboración brindada.

A mis amigos, tanto a los que conocí al iniciar la vida universitaria como los que me acompañaron al final del camino, sin duda su amistad es uno de los mejores regalos que tengo al concluir esta etapa.

A mis profesores, que con sus conocimientos y experiencia contribuyeron a mi formación profesional.

Anabel Aguirre Valarezo.

# AGRADECIMIENTOS

De manera especial a mis incondicionales, mis padres, los que me enseñaron que tu pasado no define tu futuro, que lo que deseas puedes conseguir si lo haces con constancia, dedicación y corazón. Gracias por darme los recursos y sobretodo, inculcarme las ganas de querer ser más de lo que me creía capaz, por confiar y creer en mí, por ser mi motor.

A la persona que trabajó codo a codo conmigo, que daba palabras de aliento cuando las necesité y me hizo reconocer que no pudo haber mejor compañera para este proceso que ella, mi AMIGA Lita.

Gracias además, a todas las personas que formaron parte de esta etapa que termina, los que de cierta forma aportaron para que esto se dé, para que yo esté aquí, mis amigos incondicionales. Las que siempre están, gracias a las responsables de "GABEL".

Y agradecer al más importante, el que siempre está, el que mueve las fichas y me muestra el camino. A Dios, siempre es bueno contar con su bendición.

Gabriela Román Floril.

## AGRADECIMIENTOS ACADÉMICOS

A la M.Sc. María Fernanda Romero, quien nos guió de una manera distinta, aportando y compartiendo sus conocimientos y experiencia. Por hacer de este trabajo el suyo, sacando lo mejor de nosotras.

Un agradecimiento especial por su tiempo, confianza y paciencia, ya que siempre estuvo dispuesta a ayudarnos, en lo académico y personal y nos hizo ser parte de uno de los mejores equipos de trabajo.

Agradecemos también a la M.Sc. María Fernanda Morales, por ser parte importante en nuestra formación académica y pre-profesional.

Al Ph.D. Jonathan Coronel, agradecerle por el apoyo brindado a lo largo del proyecto, por estar siempre de manera desinteresada aportando con sus conocimientos y tiempo.

# DEDICATORIA

A Dios por guiar cada uno de mis pasos.

A mis padres por todo su esfuerzo, tiempo y motivación.

A mi querido Abuelito, que ha sido mi mejor ejemplo.

A mis hermanos que han sido mis cómplices y me han apoyado incondicionalmente.

Anabel Aguirre Valarezo

## DEDICATORIA

A mis padres, todo mi esfuerzo y ganas de conseguir el éxito, siempre será por y para ellos.

A mis hermanos, cada éxito conseguido en mi vida, será mejor vivido junto a ustedes.

A mi ángel que sé, está celebrando este logro conmigo desde donde esté, aquí en mi corazón te recuerdo siempre.

Gabriela Román Floril.

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la materia integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

Anabel Cristina Aguirre Valarezo

Gabriela Melissa Román Floril

M.Sc. María Fernanda Romero Peña

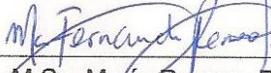
y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.



Anabel Aguirre V.



Gabriela Román F.



M.Sc. María Romero Peña

## RESUMEN

El cacao es uno de los productos más cultivados en la Provincia del Guayas y la mayoría es exportado sin valor agregado. A esta problemática, se suma la pérdida de la calidad del cacao por el incorrecto manejo post cosecha. Por tal razón, el proyecto tiene como objetivo el diseño de una planta procesadora de tabletas de chocolate y su centro de acopio en el cantón Balao, Ecuador. Para llevarlo a cabo, se realizó una toma de muestra para evaluar la calidad del cacao producido en el sector, se analizó la humedad, pH y porcentaje de fermentación. Posterior, se elaboraron dos fórmulas con combinaciones de licor de CCN-51 y nacional, C261 y C244. Las cuales se analizaron microbiológicamente y se verificó que cumplen con los parámetros establecidos en la NTE INEN 0261:2010. Para conocer la aceptabilidad del producto se realizó un panel sensorial donde fue escogida la fórmula con mejor puntuación, CCN-51 42% y Nacional 10%, utilizando la prueba de Friedman,  $P = 0.05$ . Se consideró que el cacao CCN-51 ingresaría en baba y cacao nacional en seco para dimensionar el centro de acopio. Se identificaron los parámetros de cada etapa del proceso, asimismo se realizaron las cotizaciones de equipos, materia prima y materiales directos e indirectos, se seleccionaron los que se ajustaron a los requerimientos de producción. Se realizaron cálculos de producción verificando la materia prima disponible y se diseñó la planta con capacidad de producir 300,000 tabletas de 50 g. al año, con lo que se abarca el 3% de la demanda del mercado nacional. En el diseño, se consideró el reglamento de seguridad en infraestructura establecido por el Decreto Ejecutivo 2393. Finalmente, se estimaron los costos de fabricación del producto y se analizó financieramente el proyecto, confirmando su viabilidad económica, con TIR de 26% y VAN positivo.

**Palabras Clave:** diseño de planta, valor agregado, chocolate, cacao nacional, cacao CCN-51, Balao.

## **SUMMARY**

*Cocoa bean is one of the most cultivated crops in Guayas and it's mostly exported without value added. One of the main is the lost quality in post-harvest. The aim of this project is to design a processing plant of chocolate bars and a collection center in Balao, Ecuador. The first step of the project was taking a sample to analyze moisture, pH and fermentation percentage. Continued by, the development of two formulas with combinations of cocoa liquor CCN-51 and national, C261 and C244, which were analyzed microbiologically and verified this parameters accomplished with national regulation NTE INEN 0261:2010. The product acceptability was made by sensory panel; the best rated formula was CCN-51 42% and National 10%. The method followed in data analyze was Friedman test with  $P = 0.05$ . The collection center was sized considering that cocoa bean CCN-51 enter de process with slime and national cocoa bean dry. Consequently, the parameters of each step of the process, also prices of equipment, raw materials and indirect materials; were selected according the production requirements. The production calculations were performed verifying the raw material available and the plant process was designed to produce 300,000 tablets of 50 g. per year, which cover the 3% of national demand. In the design, was considered the infrastructure safety regulation established by Executive Decret 2393. Finally, the product manufacturing cost was estimated and the project was financially analyzed, confirming the profitability with IRR 26% and positive NPV.*

**Keywords:** *plant design, value added, chocolate, national cocoa, cocoa CCN-51, Balao.*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
<i>SUMMARY</i> .....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	X
CAPÍTULO 1 .....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Descripción del problema.....	2
1.2 Objetivos .....	3
1.2.1 Objetivo General.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos.....	3
1.3 MARCO TEÓRICO.....	3
1.3.1 Cacao .....	3
1.3.2 Características de las materias primas .....	6
1.3.3 Producto.....	7
CAPÍTULO 2 .....	10
2. METODOLOGÍA.....	10
2.1 Muestreo .....	10
2.2 Análisis Físico – Químicos .....	9
2.2.1 Determinación de Humedad .....	9
2.2.2 Determinación de pH .....	10
2.2.3 Ensayo de Corte .....	12
2.3 Formulación del producto.....	13
2.4 Experimentación: Elaboración de formulaciones .....	14
2.5 Análisis Microbiológicos .....	17

2.5.1	Determinación de aerobios mesófilos .....	21
2.5.2	Determinación de coliformes totales .....	21
2.5.3	Determinación de mohos y levaduras .....	21
2.5.4	Determinación de salmonella .....	22
2.6	Diseño de Experimentos .....	22
2.7	Análisis Sensorial .....	23
2.8	Localización.....	24
2.9	Descripción del Proceso.....	26
2.9.1	Diagrama de Flujo .....	26
2.9.2	Descripción del proceso de elaboración de la tableta de chocolate .....	27
2.10	Cálculos de Producción.....	29
2.11	Selección de Equipos .....	29
2.11.1	Diseño de un equipo fermentador.....	29
2.11.2	Descripción de equipos .....	30
2.12	Diseño y distribución de la planta .....	34
2.13	Estudio económico y financiero.....	34
2.13.1	Inversiones .....	34
2.13.2	Costo de Fabricación .....	36
2.13.3	Estado de Resultados.....	37
2.13.4	Flujo de caja de Inversión .....	38
CAPÍTULO 3 .....		40
3.	RESULTADOS.....	40
3.1	Experimentación: Elaboración de formulaciones .....	40
3.2	Análisis Físico – Químicos .....	41
3.2.1	Determinación de Humedad .....	41
3.2.2	Determinación de pH .....	42
3.2.3	Ensayo de corte .....	42
3.3	Análisis Sensorial .....	43
3.4	Análisis Microbiológicos .....	46
3.5	Balance Final de Materia.....	46
3.6	Estudio Económico y Financiero.....	53
3.6.1	Punto de equilibrio.....	53

3.7	Diseño y distribución de la planta .....	54
CAPÍTULO 4 .....		57
4.1	Discusión de Resultados.....	57
4.2	Conclusiones.....	56
4.3	Recomendaciones.....	56

BIBLIOGRAFÍA

APÉNDICE A

APÉNDICE B

APÉNDICE C

APÉNDICE D

APÉNDICE E

APÉNDICE F

APÉNDICE G

APÉNDICE H

APÉNDICE I

APÉNDICE J

## ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FIMCP	Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción
M.Sc.	Master in Science
Ing.	Ingeniero
Ph.D.	Doctor Philosophiae
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
INEN	Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización
ANOVA	Análisis de Varianza
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
BCE	Banco Central del Ecuador
CCN-51	Colección Castro Naranjal
ESPAC	Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua
SSA	Secretaría de Salubridad y Asistencia
INIAP	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
PCA	Plate Count Agar
BGBL	Brilliant Green Bile Lactose Broth
PDA	Potato Dextrose Agar
UFC	Unidades Formadoras de Colonias
UPC	Unidades Propagadoras de Colonias
VAN	Valor Actual Neto
TIR	Tasa Interna de Retorno
ANECACO	Asociación Nacional de Exportadores de Cacao – Ecuador

## SIMBOLOGÍA

%	Porcentaje
°C	Grados Celsius
g	Gramos
Kg	Kilogramos
m <sup>2</sup>	Metros cuadrados
mg	Miligramos
ml	Mililitros
mm	Milímetros
pH	Potencial de Hidrógeno
Tm	Toneladas métricas
°T	Temperatura
t	Tiempo

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cacao.....	3
Figura 2. Cacao Fino de Aroma .....	4
Figura 3. Cacao CCN51 .....	5
Figura 4. Manteca de cacao .....	6
Figura 5. Tableta de chocolate.....	7
Figura 6. Balanza Analítica .....	9
Figura 7. Estufa Universal.....	9
Figura 8. Mortero .....	9
Figura 9. Caja petri.....	10
Figura 10. Desecador.....	10
Figura 11. Balanza Analítica.....	11
Figura 12. pH-metro .....	11
Figura 13. Mortero .....	11
Figura 14. Cuchillas.....	12
Figura 15. Balanza Analítica .....	13
Figura 16. Tostador tipo tambor .....	14
Figura 17. Estufa.....	14
Figura 18. Descascarillador .....	15
Figura 19. Conchador - Mezclador .....	15
Figura 20. Temperador .....	15
Figura 21. Balanza Electrónica.....	17
Figura 22. Stomacher.....	17
Figura 23. Plancha con Agitación .....	18
Figura 24. Incubadora Digital.....	18
Figura 25. Contador de colonias .....	18
Figura 26. Autoclave .....	19
Figura 27. Mechero de Bunsen .....	19
Figura 28. Materiales de Vidrio.....	19
Figura 29. Agua de Peptona.....	20
Figura 30. PCA.....	20
Figura 31. BGBL .....	20
Figura 32. PDA.....	21
Figura 33. Terreno Recinto Las Palmas .....	25
Figura 34. Terreno, secador .....	25
Figura 35. Bosquejo del fermentador .....	30
Figura 36. Promedios de atributos por muestras .....	43

Figura 37. Aceptación general de muestras.....	44
Figura 38. Porcentaje de preferencia de las muestras.....	45
Figura 39. Balance de materia en Secado .....	46
Figura 40. Balance de materia en la recepción .....	47
Figura 41. Balance de materia en la limpieza.....	47
Figura 42. Balance de materia en Tostado .....	48
Figura 43. Balance de materia en Descascarillado.....	49
Figura 44. Balance de materia de molienda.....	50
Figura 45. Balance de materia de mezclado y refinado .....	51
Figura 46. Diseño y Distribución de la Planta .....	54

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Superficie, producción y ventas a nivel nacional .....	5
Tabla 2. Superficie, producción y ventas COSTA .....	6
Tabla 3. Formulación de Tableta de chocolate .....	13
Tabla 4. Porcentajes de Licor de cacao.....	23
Tabla 5. Combinatorias de porcentajes de licor de cada tipo.....	23
Tabla 6. Escala Hedónica.....	23
Tabla 7. Ficha Técnica de Secador con removedor .....	31
Tabla 8. Ficha Técnica de Despedrador Modelo DT500.....	31
Tabla 9. Ficha Técnica de Tostadora Modelo T500.....	31
Tabla 10. Ficha Técnica de Descascarillador Modelo RCFESE-1000 .....	32
Tabla 11. Ficha Técnica de Báscula Industrial de 500 Kg.....	32
Tabla 12. Ficha Técnica de Pre-Refinadora Modelo Rol R4 .....	32
Tabla 13. Ficha Técnica de Molino de Bolas Modelo SOTU-MILL/500.....	33
Tabla 14. Ficha Técnica de Conchador Vertical Modelo SOTU-CO/500 .....	33
Tabla 15. Ficha Técnica de Temperador/Dosificador Modelo TRD500.....	33
Tabla 16. Capital de operación.....	35
Tabla 17. Inversión inicial .....	35
Tabla 18. Costos de Fabricación.....	36
Tabla 19. Estado de Resultados .....	37
Tabla 20. Flujo de Caja.....	38
Tabla 21. Valores de pH en experimentación .....	42
Tabla 22. Resultados de Prueba de Corte .....	42
Tabla 23. Resultados tabulados.....	43
Tabla 24. Valores p de Prueba de Friedman .....	44
Tabla 25. Formulación final de tableta .....	45
Tabla 26. Resultados Microbiológicos.....	46
Tabla 27. Porcentaje peso de cáscaras.....	49
Tabla 28. Tiempos y rendimiento de proceso de granos .....	52
Tabla 29. Tiempos y rendimiento de proceso de nibs .....	52
Tabla 30. Cálculos de Producción Estimados.....	53
Tabla 31. Parámetros de Viabilidad Económica.....	53
Tabla 32. Punto de Equilibrio.....	53

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

Ecuador es conocido como uno de los principales productores de cacao a nivel mundial, esto se debe a la ubicación geográfica que le otorga condiciones climáticas que hacen que el cacao cultivado en el país sea apreciado internacionalmente. Asimismo, el país se encuentra en el séptimo lugar con mayor volumen de producción, siendo el principal productor de cacao fino de aroma con el 70% de la producción global.

INEC en su encuesta realizada en el 2015, presenta que el volumen de producción de cacao asciende a 180,192 Tm. La costa es la región donde se produce el mayor volumen de cacao con 140,016 Tm, y específicamente la Provincia del Guayas produce alrededor de 32,584 Tm. (ProEcuador, 2013). Sin embargo, este volumen de producción es utilizado en su mayoría para exportación, sin darle un valor agregado al producto, como lo confirman las cifras registradas por el BCE en el 2015, en donde se muestra que el 87% es exportado en grano, el 12% corresponden a semi-elaborados y apenas un 0.8% a productos terminados. (ANECACAO, 2016).

La calidad del cacao depende en gran parte del manejo post-cosecha, y preparación de los granos para el procesamiento de transformación. Proceso de especial importancia, es la fermentación, en la cual se producen cambios bioquímicos dentro de los granos que contribuyen a la reducción de la amargura y la astringencia, así como al desarrollo de los precursores de aromas. (J. De La Cruz Medina, 2009).

## 1.1 Descripción del problema

El cacao en la provincia del Guayas sufre pérdidas de calidad en la cadena de valor. Por la cual, los agricultores se ven obligados a vender su producción a un precio menor que el ideal acorde a la inversión agrícola.

Una de las causas principales, es la dificultad e inadecuado manejo en la transportación del producto cosechado, puesto que los centros de acopio se encuentran distantes a los cultivos. Por otro lado, los agricultores no demuestran interés en la aplicación de procesos técnicos en post-cosecha, lo que ocasiona contaminación micótica en los granos.

Con el presente proyecto se buscó plantear una solución que aporte a este problema socioeconómico productivo que tiene el sector agrónomo guayasense. Para ello, se propuso realizar el diseño de un centro de acopio y una planta procesadora de cacao, para lograr disminuir la brecha entre el agricultor y el productor. Por lo que, en conjunto con la Dirección Provincial de Productividad y Desarrollo de la Prefectura del Guayas, acorde a lo establecido en la Constitución de la República del Ecuador en su artículo 263: “Los gobiernos provinciales tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de las otras que determine la ley”, pero de manera especial el numeral 7: “Fomentar las actividades productivas provinciales”, y tomando en cuenta también el artículo 350, que menciona:

*El sistema de educación superior tiene como finalidad la formación académica y profesional con visión científica y humanista; la investigación científica y tecnológica; la innovación, promoción, desarrollo y difusión de los saberes y las culturas; la construcción de soluciones para los problemas del país, en relación con los objetivos del régimen de desarrollo. (Asamblea Nacional Constituyente, 2008).*

Por tal razón, nosotros, como estudiantes universitarios, tenemos la responsabilidad de buscar soluciones en pro al desarrollo del país. Por tal razón, se planteó el presente proyecto para contribuir con el cambio de la matriz productiva, tal como se menciona en el Objetivo 10 del Plan Nacional del Buen Vivir, “Impulsar la transformación de la matriz productiva”, en donde se establecen para ello, varias políticas y lineamientos. En particular, la política 10.2.a. establece que:

*Se debe articular la investigación científica, tecnológica y la educación superior con el sector productivo, para una mejora constante de la productividad y competitividad sistémica, en el marco de las necesidades actuales y futuras del sector productivo y el*

*desarrollo de nuevos conocimientos.* (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo – Senplades, 2013).

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

Diseñar un centro de acopio para cacao y una planta procesadora de tabletas de chocolate en el cantón Balao de la Provincia del Guayas para lograr el desarrollo del sector productivo de la zona.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

Formular una tableta de chocolate a partir de la mezcla de cacao nacional y CCN51 determinando los porcentajes óptimos de cada tipo.

Determinar el nivel de aceptabilidad del producto desarrollado.

Dimensionar la producción, considerando la disponibilidad del terreno, equipos, rendimientos y materia prima disponible.

Estimar los costos de proceso y producción que se generan en la implementación de una planta procesadora de cacao con su centro de acopio y en la elaboración de una tableta de chocolate.

Análisis de factibilidad financiera.

## **1.3 MARCO TEÓRICO**

### **1.3.1 Cacao**

El cacao pertenece a la familia de las Esterculiáceas y su nombre científico es *Theobroma cacao L.* (Quingaísa, 2007). Dependiendo del tipo de cacao pueden ser de color amarillo, blanco, verde o rojo. (Ministerio de Comercio Exterior, 2014).



**Figura 1. Cacao<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> FUENTE: La República, 2016. *Ecuador escoge Alemania para dar un gran salto en la promoción de su cacao.* [Figura]. Recuperado de: <http://www.larepublica.ec/blog/economia/2014/11/04/ecuador-escoge-alemania-para-dar-un-gran-salto-en-la-promocion-de-su-cacao/>

- **Composición Química y Valor Nutricional**

El cacao es de elevado valor energético. Aporte con vitaminas A, E, B1 y B6 y algunos minerales que complementan el gran valor nutritivo del alimento. (Rafecas & Codony, 2000).

En el Apéndice A se muestra la composición química del cacao.

- **Variedad de cacao en el Ecuador**

En Ecuador se desarrollan 2 tipos de cacao. (Ministerio de Comercio Exterior, 2014):

1. Cacao Fino de Aroma
2. Cacao CCN-51

#### Cacao Fino de Aroma

Conocido también como Criollo o Nacional cuyo color característico es el amarillo, posee un aroma y sabor único, siendo esencial para la producción del exquisito chocolate. (Ministerio de Comercio Exterior, 2014).

Entre las características morfológicas se puede mencionar su tronco largo, de donde se desprenden mazorcas, de color verde y amarillas una vez maduras.

El tamaño de las almendras por lo general es grande y puede pesar hasta más de 1,5 g., cuando están secas y bien fermentadas. (Quingaísa, 2007).



Figura 2. Cacao Fino de Aroma<sup>2</sup>

#### Cacao CCN-51

Su color característico es el rojo. Es reconocido por su alto rendimiento para la extracción de semielaborados, ingredientes esenciales para la producción a escala de chocolates y otros. (Ministerio de Comercio Exterior, 2014).

---

<sup>2</sup> FUENTE: Cofina, 2016. *Cacao Ecuatoriano*. [Figura]. Recuperado de: <http://cofinacocoa.com/site/productos/>

El CCN-51 es un cacao clonado de origen ecuatoriano, el 22 de junio del 2005 fue declarado de alta productividad.

La relación existente en la participación del Clon y el Cacao Nacional Fino en las exportaciones ecuatorianas hasta al momento es de: 75 % Cacao Nacional y 25 % CCN-51. (Anecacao, 2015).



Figura 3. Cacao CCN51<sup>3</sup>

- **Volumen de Producción en el Ecuador**

Acorde a los datos presentados por INEC, en la última ESPAC realizada en el 2015, son Los Ríos, Guayas y Manabí las provincias con mayor producción de cacao a nivel nacional.

En la Tabla 1 se muestra la superficie, producción y venta de cacao como almendra seca de forma general en las regiones y en la 2, de la Costa.

**Tabla 1. Superficie, producción y ventas a nivel nacional**

REGIÓN Y PROVINCIA	SUPERFICIE (Has.)		PRODUCCIÓN (Tm.)	VENTAS (Tm.)
	Plantada	Cosechada		
TOTAL NACIONAL	537,410	432,094	180,192	178,431
REGIÓN SIERRA	81,201	60,960	28,008	27,435
REGIÓN COSTA	395,161	327,553	140,016	139,176
REGIÓN ORIENTAL	46,676	31,310	8,268	7,920
ZONAS NO DELIMITADAS	14,372	12,271	3,899	3,899

**Fuente: INEC (2015).**

<sup>3</sup> FUENTE: Anecacao, 2016. *Cacao CCN-51. [Figura]*. Recuperado de: <http://www.anecacao.com/es/quienes-somos/cacaoccn51.html>

**Tabla 2. Superficie, producción y ventas COSTA**

REGIÓN Y PROVINCIA		SUPERFICIE (Has.)		PRODUCCIÓN (Tm.)	VENTAS (Tm.)
		Plantada	Cosechada		
<b>REGIÓN COSTA</b>					
EL ORO	Solo	19,243	17,166	9,619	9,557
	Asociado	1,796	1,429	775	775
ESMERALDAS	Solo	60,793	46,465	14,314	13,803
	Asociado	12,804	9,981	1,261	1,215
GUAYAS	Solo	80,844	73,639	47,511	47,509
	Asociado	8,439	5,012	1,937	1,937
LOS RÍOS	Solo	95,115	82,128	34,601	34,553
	Asociado	11,001	6,072	1,584	1,584
MANABÍ	Solo	82,499	68,138	23,351	23,255
	Asociado	22,349	17,258	4,886	4,811
SANTA ELENA	Solo	278	266	176	176
	Asociado	.	.	.	.

Fuente: INEC (2015).

Como se observa en la Tabla 2, Guayas es la provincia con mayor producción a nivel nacional de cacao. Además, el rendimiento en productividad es del 88.1%, para la cual se considera la superficie sembrada y la superficie cosechada.

### 1.3.2 Características de las materias primas

En el Apéndice B se presenta los requisitos de calidad que debe cumplir el cacao de acuerdo a la (NTE INEN 0176, 2006): Cacao en grano. Requisitos, como materia prima para la elaboración de tabletas de chocolate.

- **Manteca de cacao**

Es un producto proveniente del prensado del licor de Cacao, de color amarillo pálido, al salir del prensado se encuentra líquida, luego es cristalizada y solidificada. (COFINA, 2016). En el Apéndice C se muestra los requisitos de manteca de cacao establecidos para los derivados de cacao por la NTE INEN 0621 (2010): Chocolates. Requisitos.



**Figura 4. Manteca de cacao<sup>4</sup>**

<sup>4</sup>FUENTE: Cofina, 2016. *Manteca de Cacao*. [Figura]. Recuperado de: <http://cofinacocoa.com/site/productos/manteca-de-cacao/>

- **Lecitina**

Es un fosfoglicérido que se encuentra en todos los organismos vivos y se los puede obtener de ciertos productos alimenticios. A pesar de estar codificada en el Codex Alimentarius como un antioxidante, su principal función en los alimentos es la de emulsionante. (Sanz, 2005). Este emulsionante y otros son regulados según lo establecido en la NTE INEN 0621 (2010): Chocolates. Requisitos., y que se presenta en el Apéndice C.

- **Azúcar**

Es la denominación común del producto constituido principalmente por sacarosa, que se extrae generalmente de la caña de azúcar o de la remolacha azucarera.(INEN, 2000).

### 1.3.3 Producto

- **Tabletas de chocolate amargo**

Chocolate, es un producto que se obtiene de un proceso de fabricación a partir de cacao el cual, puede combinarse con productos lácteos, azúcares y/o edulcorantes, emulsionantes, aromas; excepto aquellos que imiten el sabor natural de chocolate o leche. (INEN, 2010).

De acuerdo a la Norma Mexicana F-061-1964, se define como chocolate amargo a aquellos que contienen como mínimo el 50% de pasta de cacao en su formulación. (SSA, 1964).



Figura 5. Tableta de chocolate<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> FUENTE: NSD, 2016. *Chocolate amargo. [Figura]*. Recuperado de: <http://nosolodulce.com/el-consumo-de-chocolate-en-navidad/>

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

A continuación se detallará el procedimiento que se llevó a cabo para la generación del diseño del centro de acopio y planta, con el fin de cumplir los objetivos previamente planteados.

### 2.1 Muestreo

En conjunto con la Dirección Provincial de Productividad y Desarrollo de la Prefectura del Guayas se coordinó una visita al cantón Balao, donde se planea establecer la planta. El muestreo se realizó según lo establecido en la Norma INEN 177:95. Cacao en grano. Muestreo. (INEN, 1995). Apéndice D.

El procedimiento es el siguiente:

1. El número de muestras extraídas completamente al azar, estarán en función de lo indicado en la tabla 1 de la norma mencionada, y serán reportadas en gramos.
2. Las muestras elementales que en conjunto forman la muestra global, serán divididas hasta obtener una muestra reducida de 1 500 gramos.
3. El lote de productos a granel se reducirá matemáticamente a sacos de (n) kilogramos, y se aplicará la tabla 1 de la norma mencionada.

- **Condiciones posteriores al muestreo**

1. La muestra se distribuirá en recipientes adecuados (envases plásticos). limpios y secos, que se cerrarán herméticamente, con el respectivo rotulado.
2. Se deberá suscribir un acta de muestreo que incluya la siguiente información:
  1. Número de la Norma INEN de referencia: NTE INEN 177.
  2. Dirección donde se realizó el muestreo.
  3. Lugar y fecha donde se realizó el muestreo.
  4. Nombre de la compañía comercializadora del cacao en grano y nombre del comprador.
  5. Nombre comercial del cacao en grano.
  6. Número de lote.
  7. Capacidad de los envases del lote, o cantidad a granel.
  8. Tamaño de la muestra en gramos del cacao en grano muestreado.
  9. Observaciones sobre condiciones en que se encuentra el cacao en grano.
  10. Nombre y firma de la persona que realizó el muestreo.

## 2.2 Análisis Físico – Químicos

### 2.2.1 Determinación de Humedad

De acuerdo a la NTE INEN 173 (1975): Cacao en grano. Determinación de la humedad, se realizaron pruebas de humedad en el Laboratorio de Bromatología, ubicado en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, ESPOL. Para las muestras tomadas de los dos tipos de cacao que se utilizaron en la formulación.

### Terminología

Contenido de humedad es la pérdida de masa, (peso) expresada en porcentaje. (INEN, 1975).

### Instrumental<sup>6</sup>



Figura 6. Balanza Analítica

Balanza Analítica
<b>Marca:</b> SARTURIUS
<b>Serie:</b> 2942363
<b>Modelo:</b> AZ214
<b>Capacidad:</b> 210g
<b>Sensibilidad:</b> 0,1mg



Figura 7. Estufa Universal

Estufa Universal
<b>Marca:</b> Memmert
<b>Serie:</b> b200.0310
<b>Modelo:</b> SM-200



Figura 8. Mortero

<sup>6</sup> Las fotos presentadas en esta sección fueron tomadas en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, ESPOL.



Figura 9. Caja petri



Figura 10. Desecador

### Preparación de la muestra

15 granos de cacao, se trituran en un mortero uno a uno, hasta que las partículas más grandes no superen los 5 mm.

### Procedimiento

1. Se pesa la cápsula vacía con su tapa.
2. Se pesa 5 g de muestra.
3. Se introduce en la estufa a  $103^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , quitando previamente la tapa y colocando la cápsula sobre la misma.
4. Se mantiene dentro de la estufa durante aproximadamente 5 a 6 horas.
5. Se saca la cápsula con tapa y se coloca en desecador durante 30 o 40 minutos.
6. Se pesa el conjunto de cápsula más muestra.
7. Cálculos.

### 2.2.2 Determinación de pH

Según INIAP, en un estudio realizado en Ingeniería Agrónoma, el pH óptimo en el que debe encontrarse el cacao fermentado puede ser de un rango entre 5.1 y 5.5. (Sánchez, 2007). Por lo cual, se realizaron pruebas en el Laboratorio de Bromatología, ubicado en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, ESPOL, con el fin de determinar el pH de las muestras tomadas utilizando la Norma Mexicana 317 (1978): Determinación de pH en alimentos.

## Terminología

El método se basa en la medición electrométrica de la actividad de los iones hidrógeno presentes en una muestra del producto mediante un aparato medidor de pH (potenciómetro). (SSA, 1978).

## Instrumental<sup>7</sup>



### Balanza Analítica

**Marca:** SARTURIUS  
**Serie:** 2942363  
**Modelo:** AZ214  
**Capacidad:** 210g  
**Sensibilidad:** 0,1mg

Figura 11. Balanza Analítica



### pH-metro

**Marca:** DOECO  
**Serie:** 0902001852  
**Modelo:** BT600

Figura 12. pH-metro



Figura 13. Mortero

<sup>7</sup> Las fotos presentadas en esta sección fueron tomadas en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, ESPOL.

### Preparación de la muestra

Remover la porción sólida y colocarla en una licuadora o mortero.

### Procedimiento

1. Disolver 10 g. de muestra triturada por cada 100 ml. de agua destilada.
2. Calibrar el potenciómetro con las soluciones reguladoras pH 4, pH 7 y pH 10 según la acidez del producto.
3. Temperar a 20°C la muestra.
4. Sumergir el electrodo en la muestra de manera que los cubra perfectamente.
5. Medir pH.

### 2.2.3 Ensayo de Corte

De acuerdo a la NTE INEN 175 (1987): Cacao en grano. Ensayo de corte, se realizó el análisis en la muestra tomada, con el fin de conocer el porcentaje de granos defectuosos correspondientes a cada tipo de defecto considerado en la norma INEN 176 (2006): Cacao en Grano Requisitos. Esta prueba fue realizada en la Estación Experimental Tropical Pichilingüe, ubicado en el cantón Quevedo.

### Preparación de la muestra

Se mezcla cuidadosamente la muestra para ensayo, se obtiene una muestra representativa 100 granos de cacao. (INEN 175, 1987).

Peso de los 100 granos de CCN51: 146 g.

Peso de los 100 granos de Nacional: 104,2 g.

### Instrumental<sup>8</sup>



Figura 14. Cuchillas

Cuchillas
<b>Marca:</b> TESERBA
<b>Modelo:</b> MAGRA 12
<b>Capacidad:</b> 50 granos

<sup>8</sup> Las fotos presentadas en esta sección fueron tomadas en el Laboratorio de Calidad de Café y Cacao de la Estación Experimental Tropical Pichilingüe del INIAP.



Figura 15. Balanza Analítica

Balanza Analítica
<b>Marca:</b> OHAUS
<b>Modelo:</b> Scout – Pro
<b>Capacidad:</b> 4000g

### Procedimiento

1. Se cortan 100 granos seleccionados aleatoriamente por la mitad, de tal manera que quede expuesta la máxima superficie de los cotiledones<sup>9</sup>.
2. Se cuenta separadamente, el número de granos correspondientes a cada tipo de defecto, de acuerdo con los criterios establecidos en la respectiva Norma de clasificación (INEN 176, 2006).
3. Cuando un grano presente más de un defecto, se considerará una sola vez con respecto al orden establecido en la norma de clasificación y requisitos.

### 2.3 Formulación del producto

El producto desarrollado es una tableta de chocolate a partir de cacao CNN-51 y de cacao fino de aroma. Para la formulación correspondiente, se tomaron como referencia algunos productos existentes de varias marcas posicionadas en el mercado (Pacari, Caoni y Valdivian), y a su vez, valores que se presentan en la Norma INEN 0621 (2010): Chocolates, Requisitos.

A continuación, se presenta la formulación propuesta:

Tabla 3. Formulación de Tableta de chocolate

Ingrediente	Cantidad
Licor de cacao (CNN-51, Criollo)	52%
Azúcar	29,5%
Manteca de cacao	18%
Lecitina	0,5%

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

<sup>9</sup> De estructura similar a una hoja, que se encuentra dentro de las semillas.

Es importante señalar que la fórmula final se definirá una vez que se obtengan los resultados en las pruebas experimentales de aceptabilidad del producto.

## 2.4 Experimentación: Elaboración de formulaciones

La elaboración de las dos fórmulas de chocolate se llevó a cabo en el Laboratorio de Calidad de Café y Cacao de la Estación Experimental Tropical Pichilingüe del INIAP. A continuación se detalla el procedimiento que se siguió para obtener los productos.

### Instrumental<sup>10</sup>



Figura 16. Tostador tipo tambor

Tostador
<b>Marca:</b> INMEGAR
<b>Tipo:</b> Tambor
<b>Serie:</b> 041213
<b>Capacidad:</b> 5 kg



Figura 17. Estufa

Estufa
<b>Marca:</b> MEMMERT
<b>Tipo:</b> Estufa con turbina
<b>Año:</b> 2011

<sup>10</sup> Las fotos presentadas en esta sección fueron tomadas en el Laboratorio de Calidad de Café y Cacao de la Estación Experimental Tropical Pichilingüe del INIAP.



Figura 18. Descascariador

**Descascariador**

**Marca:** INMEGAR

**Serie:** 191115

**Capacidad:** 5kg



Figura 19. Conchador - Mezclador

**Conchador**

**Marca:** COCOATOWN

**Capacidad:** 12kg



Figura 20. Temperador

**Temperador**

**Marca:** CHOCOMA

**Tipo:** 6T20

**No:** 1C0104

**Año:** 2010

## Procedimiento

1. Se escogen los granos de cacao que van a ser destinados al proceso, tanto de la muestra de cacao CCN-51 como cacao Nacional. Se separan los granos que no cumplen con las características requeridas, es decir, granos muy pequeños y defectuosos y todas las impurezas que se presenten como ramas, hojas y demás.
2. Se realiza la prueba de corte y se determina la humedad del grano, esto es fundamental para determinar los parámetros de la etapa posterior de tostado.
3. Tostado, esta operación se realiza con la finalidad de facilitar el descascarillado del grano. Se realizó en diferentes equipos debido a que el tamaño del grano y la humedad de las dos muestras difieren. La cantidad de cacao que se tostó se determinó de acuerdo a la formulación ya establecida, para realizar la primera fórmula de 5000 g. de cacao y 4000 g. para la fórmula dos.

Para el cacao CCN-51 se utilizó un tostador de tipo tambor, la temperatura fue de 120°C y se lo realizó por 30 minutos.

Por otro lado, para tostar el cacao tipo Nacional se utilizó una estufa, la muestra fue sometida por 30 minutos a una temperatura de 120.5°C.

4. Descascarillado, tiene como objetivo desprender la cáscara de las almendras, además el equipo tritura los granos y se obtienen los nibs<sup>11</sup>. Se debe ir agregando poco a poco el cacao y se destina un recipiente para recibir los nibs y otro para las cáscaras.

Al final de la operación se procedió a pesar los nibs y las cáscaras, obteniéndose los siguientes resultados:

5. Pesado de los ingredientes, se procede a realizar los cálculos en base del peso total de los nibs.
6. Molienda, en esta etapa se agregan poco a poco los nibs en el equipo para obtener el licor de cacao; después de alrededor de 4 horas de operación el licor se encuentra listo para mezclarse con los demás ingredientes.
7. Mezcla, al licor de cacao se le agregan poco a poco los demás ingredientes previamente pesados, como son manteca, azúcar y lecitina de soya. La manteca es sometida a calor para que sea más sencilla adicionarla.
8. Conchado el proceso se inicia con la mezcla líquida de los ingredientes, tiempo aproximado 20 horas.

Cabe recalcar que tanto la molienda, mezcla y conchado tienen lugar en el mismo equipo. Al terminar con el conchado el chocolate tiene una temperatura aproximadamente de 42°C.

---

<sup>11</sup> Cacao sin cáscara.

9. Temperado, en esta etapa el chocolate se eleva a la temperatura de 45°C, para luego llevarlo a 29°C, el proceso dura alrededor de 1 hora. Este cambio de temperatura ayuda a homogenizar los cristales de azúcar y manteca.
10. Moldeo, se lo realiza a una temperatura de 33°C y se someten a refrigeración ( $^{\circ}T= 18 - 20^{\circ}C$ ) por 15 minutos para luego proceder a desmoldarlo y empacarlo.
11. Almacenamiento, se realiza a temperatura de refrigeración, evitando que exista contaminación cruzada mediante productos que desprendan olores fuertes.

## 2.5 Análisis Microbiológicos

Según la norma NTE INEN 0621 (2010): Chocolates. Requisitos., el chocolate debe cumplir con los requisitos microbiológicos descritos.

Para verificar que el producto que se elaboró cumple con los requisitos antes mencionados, se analizó microbiológicamente el chocolate producido, en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos, ubicado en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, ESPOL.

### Instrumental<sup>12</sup>



Figura 21. Balanza Electrónica

Balanza Electrónica
<b>Modelo:</b> 6002T
<b>No:</b> 11010096
<b>Capacidad:</b> 600g
<b>Precisión:</b> 0,01g



Figura 22. Stomacher

Stomacher
<b>Marca:</b> SEWARD
<b>Serie:</b> 46779
<b>Modelo:</b> 400 Circulator

<sup>12</sup> Las fotos presentadas en esta sección fueron tomadas en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, ESPOL.



Figura 23. Plancha con Agitación

#### Plancha con agitación

**Marca:** THERMO SCIENTIFIC  
**Modelo:** SP131635Q  
**Temperatura mínima:** 5°C  
**Temperatura máxima:** 400°C  
**Rango de agitación:** 60 a 1200 RPM



Figura 24. Incubadora Digital

#### Incubadora Digital

**Marca:** QL  
**Serie:** A2E-01082  
**Modelo:** 12-140AE



Figura 25. Contador de colonias

#### Contador de colonias

**Marca:** REICHERT  
**Serie:** 03659  
**Modelo:** AZ214



Autoclave
<b>Marca:</b> STURDY INDUSTRIAL
<b>Modelo:</b> SA-300VF
<b>Serie:</b> 300VF-352520693

Figura 26. Autoclave



Figura 27. Mechero de Bunsen



Figura 28. Materiales de Vidrio

## Medios de cultivo

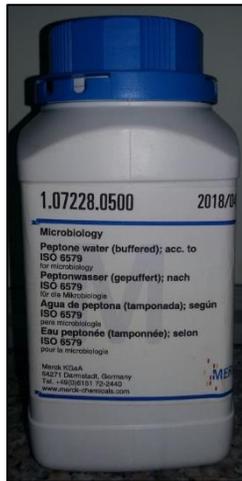


Figura 29. Agua de Peptona



Figura 30. PCA



Figura 31. BGBL

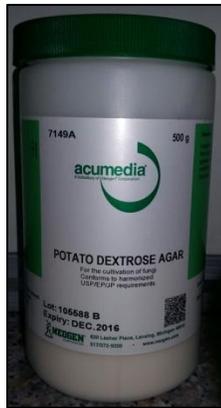


Figura 32. PDA

### 2.5.1 Determinación de aerobios mesófilos

El método de ensayo utilizado es el que regula la norma NTE INEN 1529-5 (2006): Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos.

#### Terminología

La muestra es inoculada en agar para recuento en placa (PCA) y se incuba a  $30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  por 48 a 75 horas, para luego contar el número de colonias formadas de los microorganismos aerobios mesófilos. (INEN, 2006).

### 2.5.2 Determinación de coliformes totales

El método de ensayo utilizado es el que regula la norma NTE INEN 1529-6 (1990): Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica del número más probable.

#### Terminología

La muestra es inoculada en caldo verde brillante bilis-lactosa (BGBL) y se incuba a  $30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  por 48 horas, para luego identificar como positivos los tubos con presencia de gas en la campana de Durhan. (INEN, 2009).

### 2.5.3 Determinación de mohos y levaduras

El método de ensayo utilizado es el que regula la norma NTE INEN 1529-10 (1998): Control Microbiológico de los Alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad.

### **Terminología**

La muestra es inoculada en agar de dextrosa y papa (PDA) y se incuba a una temperatura entre 22°C y 25°C, por cinco días, para luego contar las unidades propagadoras de colonias de mohos y levaduras. (INEN, 1998).

#### **2.5.4 Determinación de *Salmonella***

El método de ensayo utilizado es el Reveal 2.0 para *Salmonella*. Permite la detección e identificación presuntiva del microorganismo. (Neogen Corporation, 2006).

### **Terminología**

La muestra es pre-enriquecida por 4 horas en el medio Revive, para luego ser incubada en el medio selectivo Rappaport-Vassiliadis entre 16 a 24 horas, a una temperatura de 42±1°C y se reporta como positivo cuando el dispositivo de Reveal presenta 2 líneas, una en la zona de control y otra en la de prueba.

Se recomienda realizar una verificación del método rápido aplicado, con el método convencional correspondiente, expuesto en la Norma INEN referenciada.

## **2.6 Diseño de Experimentos**

Se realizó un diseño de experimentos con el fin de conocer la fórmula para la tableta de chocolate, mediante la mayor valoración de aceptabilidad.

Se utilizó el modelo unifactorial, debido a que consta de un solo factor, el porcentaje de licor de cacao (%), que varió de acuerdo a las distintas concentraciones de cada tipo de cacao que se utilizaron para la formulación del producto final.

En la Tabla 4 se muestran los niveles de cada especie de cacao que se tomaron para las fórmulas del experimento. Niveles combinados que fueron seleccionados de acuerdo al conocimiento del volumen de producción disponible de ambas especies, siendo el cacao CCN-51 de mayor producción en comparación con el criollo. Además de las interacciones entre ambos con el fin de potenciar las cualidades organolépticas que posee el cacao criollo.

**Tabla 4. Porcentajes de Licor de cacao**

Variable	Niveles	
	% Alto	% Bajo
% Licor CCN-51	42	32
% Licor Criollo	20	10

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

De acuerdo a la formulación presentada, en donde se observa que el licor de cacao representa el 52% del total, se pueden presentar las siguientes combinatorias posibles:

**Tabla 5. Combinatorias de porcentajes de licor de cada tipo**

% Licor CCN-51	% Licor Criollo	Código
42%	10%	C-261
32%	20%	C-244

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

Luego del análisis sensorial que se realizó, se presentará la formulación final del producto, de acuerdo a la aceptabilidad y preferencia de cada una de las fórmulas.

## 2.7 Análisis Sensorial

Para el análisis sensorial por grado de aceptación se utilizaron escalas hedónicas, las cuales se presenta a los jueces una descripción verbal de la sensación que les produce la muestra. (Anzaldúa Moralez, 1994). Además se realizó una pregunta dirigida hacia la preferencia de ambas muestras presentadas.

En la Tabla 6 se presenta la escala hedónica, con las diferentes valoraciones, utilizada para el análisis.

**Tabla 6. Escala Hedónica**

Descripción	Valor
Me gusta muchísimo	7
Me gusta moderadamente	6
Me gusta ligeramente	5
Ni me gusta ni me disgusta	4
Me disgusta ligeramente	3
Me disgusta moderadamente	2
Me disgusta muchísimo	1

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

En la evaluación sensorial participaron 60 jueces no entrenados, a los cuales se les presentó un formulario para plasmar sus respuestas y observaciones. Ver formulario en Apéndice E. Estos panelistas, a pesar de no ser entrenados, fueron escogidos de acuerdo a sus gustos y preferencias, pues se requerían a aquellos que comúnmente suelen consumir chocolate amargo, siendo éste, el producto presentado.

El análisis estadístico se llevó a cabo en el programa Minitab17 Statistical Software, donde por medio de la prueba de Friedman, con un nivel de confianza de 95%, se podrá concluir en base al valor p la muestra con mayor grado de aceptación y atributos.

La prueba de Friedman consiste en comparar J promedios poblacionales al trabajar con muestras relacionadas. Con esta prueba se puede determinar si los promedios de esos J tratamientos son iguales o no. (Ramírez, Murcia, & Castro, 2014).

## **2.8 Localización**

Mediante un estudio previo dirigido por la Dirección Provincial de Productividad y Desarrollo de la Prefectura del Guayas, se dejó establecida como localización de la planta, el cantón Balao.

Además, debido a la existencia de un proyecto que se había planteado en el pasado por parte de la Prefectura del Guayas con el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Balao, se cuenta con un terreno ubicado en el Recinto Las Palmas, el mismo que será puesto a disposición para la implementación del proyecto a realizar.

El terreno con el que se dispone es de 900m<sup>2</sup> (30x30m). No cuenta con un acceso directo a la carretera, pero da lugar a la circulación de camiones con los que se transportarán la materia prima y el producto terminado. El lugar cuenta con energía eléctrica disponible las 24 horas del día. El agua potable es un proyecto que se está llevando a cabo y será cumplido. En sus alrededores existen viviendas y una iglesia, donde la comunidad ha expresado su conformidad con que se establezca la planta en ese sitio. En el Apéndice F se presenta un plano del lugar, proporcionado por la Prefectura del Guayas con el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Balao.

A continuación se presentan imágenes que muestran el terreno. Se observa una pequeña edificación donde se ubica el área del secado del centro de acopio que se había propuesto tiempo atrás.



**Figura 33. Terreno Recinto Las Palmas<sup>13</sup>**



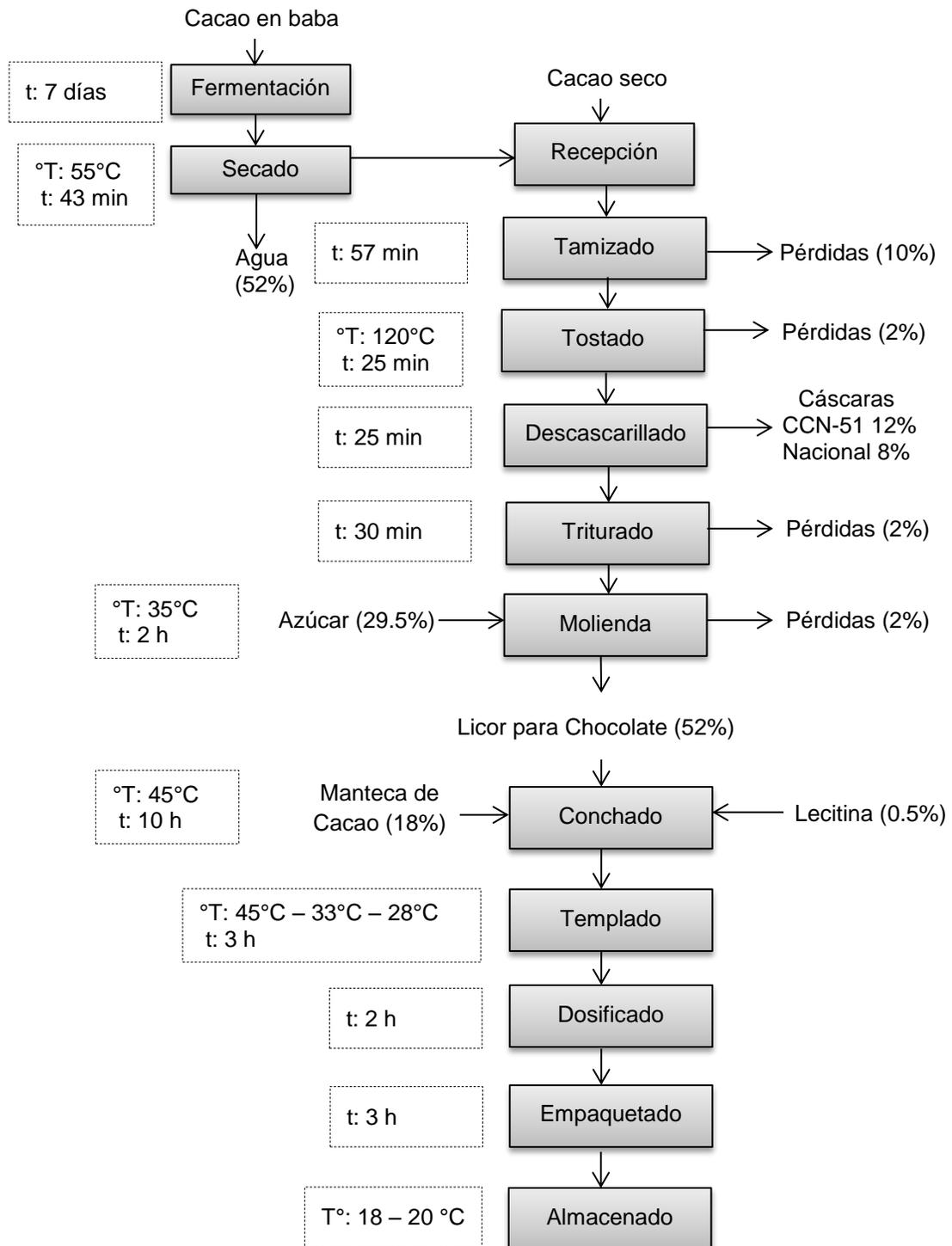
**Figura 34. Terreno, secador**

---

<sup>13</sup> Foto tomada en la visita realizada al lugar donde se pretende implementar el proyecto. Recinto Las Palmas, ubicado en el cantón Balao de la Provincia del Guayas.

## 2.9 Descripción del Proceso

### 2.9.1 Diagrama de Flujo



Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

## 2.9.2 Descripción del proceso de elaboración de la tableta de chocolate

### Procesamiento para cacao en baba

**Fermentación.** El fermentado del grano se lo realiza con la finalidad de desarrollar los precursores del sabor a chocolate. Es indispensable en esta etapa el control de la temperatura y aireación del producto para garantizar una fermentación óptima.

Los tiempos de fermentación para cada tipo de cacao son distintos. Generalmente, para el cacao CCN-51 se estiman 7 días, mientras que para el nacional entre 2 a 4 días, dependiendo de las condiciones ambientales del lugar donde se lo realiza.

**Secado.** Existen dos metodologías comunes para el secado de cacao, natural y artificial. El natural se puede dar en marquesinas o al aire libre; a su vez, el secado artificial dependerá del diseño del equipo, unos son tipo piscinas, rotatorios y con removedores.

El tiempo de secado depende especialmente de la metodología usada, el natural es de 6 a 8 días, dependiendo de la época del año y la humedad y altura de la zona. Mientras que, para el secado artificial se toman dos días, en el primer día se establece temperatura de secado no mayor a 60°C para preparar los granos para el segundo día de secado.

### Procesamiento para el cacao en grano

**Recepción.** Se hacen todos los controles de calidad necesarios para conocer las condiciones en las que llega el cacao seco para ser procesado. Entre los controles se tienen: humedad, la prueba de corte para medir el porcentaje de fermentación y el estado del grano.

**Limpieza.** Los granos de cacao muchas veces vienen acompañados de algunas impurezas propias de la naturaleza y que se adhieren a la materia prima al momento de ser recogidas luego del proceso de secado. Estas impurezas pueden tratarse de piedras, pequeñas ramillas, hojas, entre otros. Por lo que se utilizan tamices e identificadores de imanes para lograr su separación.

**Tostado.** Se la realiza con el fin de facilitar la remoción posterior de la cáscara, en la cual se somete el grano a calor. Además, se completa la formación del sabor a chocolate, reaccionando entre sí los compuestos precursores que se dieron en la fermentación.

**Descascarillado.** Por medio del movimiento continuo de los granos, las cáscaras se rompen y son fácilmente removidas. Se usa tamices por donde irá atravesando el producto y se irán separando por tamaños la cáscara y el nib del cacao.

**Triturado.** El nib resultante de la fase anterior será molido alcanzando una finura aproximada del 90%. Se evidenciará un cambio en su estado sólido a líquido, debido al aumento de temperatura dado por la fricción que se da en la etapa.

**Molienda.** La pasta que se obtuvo anteriormente será más fina con la segunda molienda (99%), alcanzado incluso un mayor incremento de temperatura. Esta temperatura será entre 65°C y 70°C. (Plúa C. F., 2008). Se adiciona el azúcar, con el fin de que exista también una disminución de su tamaño.

**Conchado.** Se adicionan los demás ingredientes de acuerdo a la formulación, manteca de cacao y lecitina. Se busca mejorar el sabor del chocolate, reduciendo la acidez y astringencia removiendo los gases indeseables y mejorar la distribución homogénea de la pasta. Mientras más tiempo se toma para esta etapa es mejor, puede ser de 12 a 24 horas, tomando en cuenta el tiempo utilizado desde la primera molienda. (Cortés, 2012).

**Templado.** El principal objetivo de esta etapa es evitar la formación de cristales grandes de manera brusca, evidenciándose un mal aspecto en cuanto a las características de solidificación. Por la cual, primero se hace fluir la pasta a una temperatura de 45°C, donde estará libre de cristales. Seguido, se disminuye la temperatura hasta 33°C para iniciar las primeras etapas de formación de cristales. En la tercera etapa, tiene lugar un enfriamiento gradual, hasta 28°C para inducir a la formación homogénea de cristales. El tiempo de retención mínimo en esta etapa es de 10 a 12 minutos. Finalmente, en la cuarta etapa, se incrementa un poco la temperatura alrededor de 4 °C para que se formen los cristales maduros. (Plúa C. F., 2008).

**Dosificado.** La pasta de chocolate atemperada se coloca en los moldes para obtener la forma deseada del chocolate final. Luego pasa por un enfriamiento para formar una pasta sólida. (Cortés, 2012).

**Empaquetado.** Se empaquetan tabletas de chocolate en una presentación de 50g de Peso Neto, en polipropileno metalizado como empaque primario, debido a que es una excelente barrera para la humedad, requerida para productos con gran contenido de azúcar; y caja de cartón como empaque secundario.

**Almacenamiento.** Los chocolates se deben almacenar en áreas libres de olores, bien ventiladas, con temperatura entre 18°C - 20°C y humedad relativa menor al 50%. (Wageningen University & Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 2014).

## **2.10 Cálculos de Producción**

Para los cálculos productivos, se tomó como base el dato proporcionado por la Dirección Provincial de Productividad y Desarrollo, de 8 mil hectáreas de superficie cultivada en el cantón Balao por los agricultores de la zona.

Partiendo de esto y del rendimiento de productividad conocido en la Provincia del Guayas (88.1%), se pudo estimar que las hectáreas cosechadas en la zona son 7,048.

Conociendo además, por la encuesta realizada por el INEC en el 2015, que el volumen de cacao en toneladas métricas se aproxima a 49,448 cuando las hectáreas cosechadas son de 78,651, se logra tener una idea sobre el volumen de producción en el cantón Balao, que se estimó de 4,431.1 Tm.

Una vez conocida la cantidad aproximada de toneladas métricas que el cantón es capaz de producir, se efectuaron los cálculos de producción para la obtención de la tableta de chocolate, en base a las capacidades de los equipos, para determinar la producción total semanal, mensual y anual.

El cacao CCN-51 se receptorá en baba y el nacional se pretende receptorlo ya seco. Hay que mencionar, además que se realizó un ajuste de producción por la limitante de espacio del terreno con el que se cuenta y la capacidad de los equipos a utilizar. De manera que se parte con 2,000 Kg. de cacao en baba para ser fermentado y 71.6 Kg. de granos secos que pasarán directo a ser almacenado para procesar.

## **2.11 Selección de Equipos**

Los equipos fueron cotizados en Quevedo con el Ing. Damig García, quien los diseñó y valorizó de acuerdo a los requerimientos de la producción estimada. El fermentador a su vez, fue diseñado por las realizadoras del proyecto, ya que no se cuenta con uno que supla las necesidades de espacio y capacidad.

### **2.11.1 Diseño de un equipo fermentador**

De acuerdo a la estimación de datos proporcionados de producción de cacao en el cantón de Balao, se contaría con 2,000 Kg. de granos sin fermentar, por lo que se deberá contar con un equipo fermentador de esa capacidad.

No existe un equipo que optimice espacio en la planta y a su vez brinde la capacidad que se demanda para los granos que se van a necesitar procesar. Es por esto, que se diseñó un fermentador con las dimensiones y características necesarias para los requerimientos que presenta el proyecto.

El fermentador diseñado es una estructura convertible en 6 cajones de madera (roble), dos cajones por nivel. Cada uno de los cajones tiene aberturas a los lados para facilitar la manipulación del cacao a fermentar cuando sea necesario, además tiene entrada única del producto por la parte de arriba y una única salida del producto fermentado por la parte de abajo.

La capacidad de cada cajón es de 333.5 Kg. y sus dimensiones son: 0.6 m. de alto, 1.18 m. de largo y 1.2 m. de ancho, de ahí que toda la estructura tiene un aproximado de 1.8 m de alto, 2.36 m. de largo y 1.2 m. de ancho.

A continuación se muestra un bosquejo de lo que puede ser el equipo:



Figura 35. Bosquejo del fermentador

En el Apéndice I se presenta un plano con el bosquejo y las respectivas dimensiones colocadas en el mismo.

### 2.11.2 Descripción de equipos

- **Secador con removedor**

Ayuda a la eliminación de la humedad del cacao fermentado. Lleva dos motores, uno de 5 HP y otro de 3 HP, con quemador a gas. Máquina totalmente desarmable con contorno en plancha de tol galvanizado de 2 mm. de espesor, con plancha perforada de 6 mm.

Tabla 7. Ficha Técnica de Secador con removedor

<b>SECADOR CON REMOVEDOR</b>	
<b>Capacidad (Kg/h)</b>	500
<b>Energía Eléctrica Trifásica</b>	220 V / 60 Hz
<b>Motor</b>	8 HP

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

- **Tamizadora**

- **Despedrador Modelo DT500**

- Separa piedras e impurezas, es una máquina compacta fácilmente regable y con ventilador a circuito interno.

Tabla 8. Ficha Técnica de Despedrador Modelo DT500

<b>DESPEDRADOR MODELO DT500</b>	
<b>Capacidad (Kg/h)</b>	500
<b>Energía Eléctrica Trifásica</b>	220 V / 60 Hz
<b>Motor</b>	0,4 KW

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

- **Tostadora**

- Posee un doble tambor para no exponer al caco al fuego directo, medida de temperatura directamente en la cámara de tostado, control de velocidad de rotación, inversión temporizada y alternada del sentido de rotación para tostado uniforme, girante de enfriamiento del cacao y de la avellana, control por PLC y Touch Screen, 3 fases de tostado con curva de tostado.

Tabla 9. Ficha Técnica de Tostadora Modelo T500

<b>TOSTADORA MODELO T500</b>	
<b>Capacidad (Kg/h)</b>	500
<b>Alimentación</b>	Gas GLP
<b>Energía Eléctrica Trifásica</b>	380V
<b>Potencia instalada</b>	4,5 KW

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

- **Descascarillador**

- Máquina prevista para la ruptura de granos de cacao con aspiración de las películas y del germen, sistema patentado para bajo impacto acústico y tamaño reducido, con velocidad del ventilador y tamaño del nib ajustable.

Tabla 10. Ficha Técnica de Descascarillador Modelo RCFESE-1000

<b>DESCASCARILLADOR MODELO RCFESE-1000</b>	
<b>Capacidad (Kg/h)</b>	1000
<b>Standard eléctrico</b>	230 o 400V-50 o 60Hz
<b>Potencia instalada</b>	7 KW

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

- **Báscula Industrial**

Las básculas industriales son parte fundamental de la producción. Su uso radica en pesar la materia prima utilizada y el producto final obtenido. Las capacidades de las balanzas a utilizar varían de acuerdo al producto que será pesado, la de 500 Kg. para granos de cacao, azúcar, manteca y lecitina en recepción, la de 10 Kg. para formular y la de 1 Kg. para controlar el peso del producto terminado.

Tabla 11. Ficha Técnica de Báscula Industrial de 500 Kg

<b>BÁSCULA INDUSTRIAL</b>	
<b>Capacidad (Kg)</b>	500 – 10 – 1
<b>Marca</b>	CASIO

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

- **Triturador**

Máquina pre-refinadora con rodillos de pórfido especial para bajar la temperatura del producto, distancia de rodillos ajustable y la descarga es por cinta transportadora.

Tabla 12. Ficha Técnica de Pre-Refinadora Modelo Rol R4

<b>PRE-REFINADORA MODELO ROL R4</b>	
<b>Capacidad (Kg/h)</b>	500
<b>Número de rodillos</b>	4
<b>Diámetro de rodillos</b>	400mm.
<b>Temperatura máxima de salida</b>	35°C
<b>Potencia instalada</b>	4 KW

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

- **Molienda**

Máquina fabricada en acero inoxidable AISI304, compuesta por un estanque de doble pared para la circulación de agua, parte interna compuesta de un cilindro de aleación de acero anti-desgaste, agitador a

brazos, motor reductor a engranajes en acero templado y rectificado, completo de limitador de torque, con temporizador para duración de la elaboración, PLC y Touch Screen.

Tabla 13. Ficha Técnica de Molino de Bolas Modelo SOTU-MILL/500

<b>MOLINO DE BOLAS MODELO SOTU-MILL/250</b>	
<b>Capacidad (Kg/h)</b>	500
<b>Peso de esferas</b>	1000 Kg
<b>Fineza final</b>	20/23µm
<b>Temperatura máxima de salida</b>	35°C
<b>Electricidad</b>	220/380V-50Hz
<b>Potencia instalada</b>	27 KW

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

- **Conchador**

Tiene aumentada superficie de contacto con agitador con control de velocidad y rascadores de teflón para la producción de film fino de chocolate contra la doble pared; aspiración de aire ácido y humedad, tiene una bomba de recirculación para producir oxigenación y un filtro mecánico y magnético, con PLC y Touch Control.

Tabla 14. Ficha Técnica de Conchador Vertical Modelo SOTU-CO/500

<b>CONCHADOR VERTICAL Modelo SOTU-CO/500</b>	
<b>Concha</b>	500Kg
<b>Standard eléctrico</b>	230 o 400V- 50 o 60HZ
<b>Potencia instalada</b>	25 KW

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

- **Temperador-Dosificador**

Equipo fabricado en acero inoxidable AISI304 y aluminio, posee un sistema automatizado de temperado de ciclo continuo, además un sistema programable de dosificación y mesa vibratoria climatizada.

Tabla 15. Ficha Técnica de Temperador/Dosificador Modelo TRD500

<b>TEMPERING/DOSING MACHINE MODEL TRD25</b>	
<b>Capacidad del tanque</b>	500Kg
<b>Capacidad de dosificación</b>	90Kg/h
<b>Standard eléctrico</b>	230 o 400V- 50 o 60HZ
<b>Potencia</b>	3,5KW

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

## **2.12 Diseño y distribución de la planta**

El diseño y distribución de la planta y el centro de acopio, fue realizado sobre el terreno de 900 m<sup>2</sup> con el que se cuenta. Se consideraron parámetros que deben ser cumplidos de acuerdo a normativa, equipos utilizados y facilidades brindadas al flujo del personal, materia prima, materiales utilizados, producto en transformación y producto terminado.

El área de producción ocupa aproximadamente 312 m<sup>2</sup> de la superficie total, en donde las áreas de cada etapa, fueron establecidas de acuerdo a las dimensiones de los equipos utilizados y a las distancias entre los mismos, de 0.8 m. y 0.6 m. para corredores, medidas establecidas en el Decreto Ejecutivo 2393.

Se colocaron baños y vestidores en lugares estratégicos, donde facilitará el traslado del personal para su uso, con el fin de garantizar la limpieza y desinfección de los operarios y auxiliares, previo a su entrada al área de producción. Por lo que se cuentan con pediluvios y lavamanos a la salida de cada vestidor.

De acuerdo a lo observado en la visita al Recinto “Las Palmas”, se conoce que existen dos posibles espacios para entrada y salida a la planta, de manera que se colocaron dos garitas. En la principal se permitirá el paso a los materiales utilizados, personal y salida de producto terminado. Mientras que, la segunda garita, será para la entrada de la materia prima pesada y salida de desechos.

Tal como se mencionó anteriormente, se receptorán granos secos de cacao nacional, por lo que se coloca una bodega para almacenarlos y así evitar cualquier cambio desfavorable en el producto antes de ser usado en el procesamiento.

La planta además, contará con oficinas para los demás departamentos, alta gerencia y mandos medios, con área de calidad, donde se realizarán los análisis físico-químicos requeridos para aprobar la materia prima antes de pasar a ser procesados, un comedor que pueda ser utilizado por los trabajadores, área de mantenimiento y las bodegas de material de empaque y material de limpieza.

## **2.13 Estudio económico y financiero**

### **2.13.1 Inversiones**

Para realizar el análisis económico y financiero es importante conocer los montos requeridos para iniciar el proyecto, en la Tabla 16 se detallan los rubros que comprenden el capital de operación que es la inversión necesaria para la producción, distribución y venta del producto.

Tabla 16. Capital de operación

**CAPITAL DE OPERACIÓN**

EXPRESADO EN \$	
TRES PRIMEROS MESES DE OPERACIÓN 2017	TOTAL
MATERIALES DIRECTOS	\$ 89,788,88
MANO DE OBRA DIRECTA	\$ 13,119,31
MANO DE OBRA INDIRECTA	\$ 15,778,27
MATERIALES INDIRECTOS	\$ 576,74
SUELDOS DE ADMINISTRACIÓN	\$ 11,232,35
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 130,495,54</b>

Elaborado por: Aguirre y Román (2016)

En la Tabla 17 se resumen los costos estimados de infraestructura, maquinarias, equipos, muebles, enseres, vehículos y el capital de operación.

Tabla 17. Inversión inicial

**INVERSIÓN INICIAL**

Expresado en US\$				
INVERSIONES (AÑO 0)	MES 1	MES 2	MES 3	TOTAL
INFRAESTRUCTURA	\$ 98,000,00			\$ 98,000,00
MAQUINA Y EQUIPOS		\$ 185,700,00		\$ 185,700,00
MUEBLES Y ENSERES		\$ 13,215,00		\$ 13,215,00
VEHÍCULOS		\$ 22,000,00		\$ 22,000,00
CAPITAL DE OPERACIÓN			\$ 130,495,54	\$ 130,495,54
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 98,000,00</b>	<b>\$ 220,915,00</b>	<b>\$ 130,495,54</b>	<b>\$ 449,410,54</b>

Elaborado por: Aguirre y Román (2016)

### 2.13.2 Costo de Fabricación

En la Tabla 18 se presenta los costos de fabricación que son los valores de los recursos utilizados para la elaboración del producto para cada año, aquí se establecen tanto los costos directos como indirectos.

Tabla 18. Costos de Fabricación

<b>COSTOS DE FABRICACIÓN</b>						
<b>PRODUCCIÓN (UNIDADES)</b>	<b>300,000,00</b>	<b>300,000,00</b>	<b>315,000,00</b>	<b>330,750,00</b>	<b>347,287,50</b>	
<b>EXPRESADO EN \$</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>	
<b>COSTO DIRECTO</b>						
MATERIA PRIMA Y MATERIALES DIRECTOS	\$ 359,155,50	\$ 369,930,17	\$ 381,028,07	\$ 392,458,91	\$ 404,232,68	
MANO DE OBRA DIRECTO	\$ 52,477,25	\$ 54,051,57	\$ 55,673,11	\$ 57,343,31	\$ 59,063,61	
<b>COSTO INDIRECTO</b>						
MATERIALES INDIRECTOS	\$ 2,306,94	\$ 2,346,16	\$ 2,386,05	\$ 2,426,61	\$ 2,467,86	
MANO DE OBRA INDIRECTA	\$ 63,113,09	\$ 65,006,48	\$ 66,956,67	\$ 68,965,37	\$ 71,034,33	
SUMINISTROS	\$ 5,727,44	\$ 5,727,44	\$ 5,727,44	\$ 5,727,44	\$ 5,727,44	
DEPRECIACIÓN	\$ 42,111,50	\$ 42,111,50	\$ 42,111,50	\$ 42,111,50	\$ 42,111,50	
REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO	\$ 10,204,50	\$ 10,204,50	\$ 10,204,50	\$ 10,204,50	\$ 10,204,50	
SEGUROS	\$ 28,075,00	\$ 28,075,00	\$ 28,075,00	\$ 28,075,00	\$ 28,075,00	
IMPREVISTO 5%	\$ 20,581,64	\$ 21,199,09	\$ 21,835,06	\$ 22,490,11	\$ 23,164,81	
<b>COSTO DE FABRICACIÓN</b>	<b>\$ 583,752,86</b>	<b>\$ 598,651,90</b>	<b>\$ 613,997,40</b>	<b>\$ 629,802,75</b>	<b>\$ 646,081,73</b>	
<b>COSTO UNITARIO DE FABRICACIÓN</b>	<b>\$ 1,95</b>	<b>\$ 2,00</b>	<b>\$ 1,95</b>	<b>\$ 1,90</b>	<b>\$ 1,86</b>	

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

De lo anterior se determinó que el precio de venta es \$2.50 por tableta de chocolate de 50 g., con lo que se obtiene una utilidad del 10% por tableta.

### 2.13.3 Estado de Resultados

En la Tabla 19 se resumen los ingresos y los costos estimados, también para cada año. Se calcula la utilidad antes de impuestos y se completa deduciendo de este la participación de los empleados y el impuesto a la renta para obtener finalmente la utilidad bruta.

Tabla 19. Estado de Resultados

<b>ESTADO DE RESULTADOS</b>					
EXPRESADO EN \$	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>
UNIDADES VENDIDAS	300,000,00	315,000,00	330,750,00	347,287,50	364,651,88
PRECIO	\$ 2,50	\$ 2,60	\$ 2,70	\$ 2,81	\$ 2,92
VENTAS NETAS	\$ 750,000,00	\$ 819,000,00	\$ 894,348,00	\$ 976,628,02	\$ 1,066,477,79
COSTO DE VENTAS					
<b>COSTOS DE FABRICACIÓN</b>	\$ 583,752,86	\$ 598,651,90	\$ 613,997,40	\$ 629,802,75	\$ 646,081,73
UTILIDAD BRUTA EN VENTAS	\$ 166,247,14	\$ 220,348,10	\$ 280,350,60	\$ 346,825,26	\$ 420,396,06
<b>GASTOS DE VENTAS</b>	\$ 23,718,38	\$ 24,429,93	\$ 25,162,83	\$ 25,917,71	\$ 26,695,25
UTILIDAD NETA EN VENTAS	\$ 142,528,76	\$ 195,918,17	\$ 255,187,77	\$ 320,907,55	\$ 393,700,81
<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS Y GENERALES</b>	\$ 44,929,40	\$ 46,277,28	\$ 47,665,60	\$ 49,095,57	\$ 50,568,43
UTILIDAD NETA EN OPERACIONES (EBIT)	\$ 97,599,37	\$ 149,640,89	\$ 207,522,17	\$ 271,811,99	\$ 343,132,38
UTILIDAD NETA EN PARTICIONES	\$ 97,599,37	\$ 149,640,89	\$ 207,522,17	\$ 271,811,99	\$ 343,132,38
PARTICIPACIÓN DE TRABAJADORES (15%)	\$ 14,639,91	\$ 22,446,13	\$ 31,128,33	\$ 40,771,80	\$ 51,469,86
UTILIDAD ANTE IMPUESTOS Y PARTICIONES	\$ 82,959,46	\$ 127,194,76	\$ 176,393,85	\$ 231,040,19	\$ 291,662,52
IMPUESTO A LA RENTA (25%)	\$ 20,739,87	\$ 31,798,69	\$ 44,098,46	\$ 57,760,05	\$ 72,915,63
<b>UTILIDAD NETA DEL PERÍODO</b>	\$ 62,219,60	\$ 95,396,07	\$ 132,295,38	\$ 173,280,14	\$ 218,746,89

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

### 2.13.4 Flujo de caja de Inversión

El flujo de caja trata de determinar la liquidez del proyecto, es decir, la cantidad de dinero en efectivo que se espera tener en 5 años. En la Tabla 20 se registra los ingresos y egresos que se espera producir en el proyecto, además se presenta el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), valores que sirvieron para la evaluación del proyecto.

Tabla 20. Flujo de Caja

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5						
<b>INGRESOS</b>												
Unidades vendidas		300000	300000	315000	330750	347288						
Precio producto	\$	2,50	\$	2,50	\$	2,53	\$	2,63				
Ventas Netas	\$	750,000,00	\$	750,000,00	\$	787,500,00	\$	835,143,75	\$	911,976,98		
Capital ajeno												
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>	\$	-	\$	750,000,00	\$	750,000,00	\$	787,500,00	\$	835,143,75	\$	911,976,98
<b>EGRESOS</b>												
Adquisición de equipos	\$	185,700,00										
Infraestructura	\$	98,000,00										
Capital de trabajo	\$	130,495,54										
Permisos	\$	4,350,00	\$	2,500,00	\$	2,500,00	\$	2,760,00	\$	2,760,00	\$	2,760,00
Materias Primas	\$		\$	359,155,50	\$	369,930,17	\$	381,028,07	\$	392,458,91	\$	404,232,68
Mano de Obra Directa	\$		\$	52,477,25	\$	54,051,57	\$	55,673,11	\$	57,343,31	\$	59,063,61
Suministros	\$		\$	5,727,44	\$	6,013,81	\$	6,314,50	\$	6,630,23	\$	6,961,74
Materiales Indirectos	\$		\$	2,306,94	\$	2,346,16	\$	2,386,05	\$	2,426,61	\$	2,467,86
Mano de Obra Indirecta	\$		\$	63,113,09	\$	65,006,48	\$	66,956,67	\$	68,965,37	\$	71,034,33
Gastos de administración	\$		\$	44,929,40	\$	46,277,28	\$	47,665,60	\$	49,095,57	\$	50,568,43
Gastos de distribución y ventas	\$		\$	23,718,38	\$	24,429,93	\$	25,162,83	\$	25,917,71	\$	26,695,25
Utilidades a trabajadores	\$		\$	14,639,91	\$	22,446,13	\$	31,128,33	\$	40,771,80	\$	51,469,86
Pago de impuestos	\$		\$	20,739,87	\$	21,776,86	\$	22,865,70	\$	24,008,99	\$	25,209,44
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	\$	418,545,54	\$	589,307,77	\$	614,778,39	\$	641,940,86	\$	670,378,49	\$	700,463,19
<b>FLUJO NETO</b>	\$	(418,545,54)	\$	160,692,23	\$	135,221,61	\$	145,559,14	\$	164,765,26	\$	211,513,78
<b>SALDO INICIAL DE CAJA</b>	\$	-	\$	(418,545,54)	\$	(257,853,31)	\$	(122,631,70)	\$	22,927,45	\$	187,692,70
<b>SALDO FINAL DE CAJA</b>	\$	(418,545,54)	\$	(257,853,31)	\$	(122,631,70)	\$	22,927,45	\$	187,692,70	\$	<b>399,206,49</b>

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS

### 3.1 Experimentación: Elaboración de formulaciones

#### Formulación 1.

##### DATOS:

5000g	52%	5000g	52%
MC	42%	MN	10%
<b>MC = 4038,46g</b>		<b>MN = 961,54g</b>	

MC: g de cacao CCN5.

MN: g de cacao Nacional.

$$NC = 3160,6g$$

$$CC = 484,62 g \rightarrow 12,0\%$$

$$NN = 890,5g$$

$$CN = 76,92 g \rightarrow 8,0\%$$

NC: g de nibs de cacao CCN51.

CC: g de cáscaras de cacao CCN51.

NN: g de nibs de cacao Nacional.

CN: g de cáscaras de cacao Nacional.

##### **Cálculos**

4051,1g	52%	7790,58	100%
NT	100%	M	18%
<b>MT = 7790,58g</b>		<b>M = 1402,3g</b>	
7790,58	100%	7790,58	100%
A	29,5%	L	0,5%
<b>A = 2298,22g</b>		<b>L = 38,95g</b>	

NT (52%): g de nibs totales de la formulación.

A (29.5%): g de azúcar.

*M (18%): g de manteca de cacao.*

*L (0.5%): g de lecitina de soya.*

### **Formulación 2.**

4000g            52%

MC                42%

**MC = 2461,54g**

4000g            52%

MN                10%

**MN = 1538,46g**

*MC: g de cacao CCN5.*

*MN: g de cacao Nacional.*

*NC = 1561,54g*

*NN = 1300g*

*NC: g de nibs de cacao CCN51.*

*NN: g de nibs de cacao Nacional.*

### **Cálculos**

2861,54g    52%

NT            100%

**MT = 5502,96g**

5502,96g    100%

M             18%

**M = 990,53g**

5502,96g    100%

A             29,5%

**A = 1623,37g**

5502,96g    100%

L             0,5%

**L = 27,51g**

*NT (52%): g de nibs totales de la formulación.*

*A (29.5%): g de azúcar.*

*M (18%): g de manteca de cacao.*

*L (0.5%): g de lecitina de soya.*

Se obtuvieron 240 tabletas de la fórmula uno y 230 de la fórmula dos, las tabletas fueron de 20 g cada una.

### 3.2 Análisis Físico – Químicos

#### 3.2.1 Determinación de Humedad

El contenido de la humedad en la muestra, expresado en porcentaje de masa, se calcula mediante la expresión siguiente:

$$\text{Humedad} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} * 100$$

Dónde:

$m_0$  = masa de la cápsula vacía y su tapa en g.

$m_1$  = masa de la cápsula con la muestra húmeda y la tapa en g.

$m_2$  = masa de la cápsula con la muestra seca y la tapa en g.

De acuerdo a los datos obtenidos en la prueba, se tiene para cada muestra lo siguiente:

##### Cacao Nacional

$$m_0 = 91,6557g.$$

$$m_1 = 96,6834g.$$

$$m_2 = 96,3425g.$$

$$\text{Humedad} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} * 100$$

$$\text{Humedad} = \frac{96,6834 - 96,3425}{96,6834 - 91,6557} * 100$$

$$\text{Humedad} = 6,78\%$$

##### Cacao CCN-51

$$m_0 = 86,1082g.$$

$$m_1 = 91,2217g.$$

$$m_2 = 90,9141g$$

$$\text{Humedad} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} * 100$$

$$\text{Humedad} = \frac{91,2217 - 90,9141}{91,2217 - 86,1082} * 100$$

$$\text{Humedad} = 6,02\%$$

Se observa que para el cacao Natural se obtiene un 6,78% de humedad y que para el cacao CCN-51 un 6,02%. Ambos porcentajes entran en el requerimiento de porcentaje máximo de humedad de 7%, establecido en la NTE INEN 176 (2006): Cacao en grano. Requisitos.

### 3.2.2 Determinación de pH

Los resultados que se obtuvieron son presentados en la Tabla 21:

Tabla 21. Valores de pH en experimentación

Cacao Nacional	Cacao CCN-51
4,51	5,42

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

Se observa la diferencia entre ambos valores, acorde al tipo de cacao usado. Esto puede deberse a que el tiempo de fermentación es distinto para ambos, y puede haberse efectuado de manera incorrecta el proceso fermentativo, sin dejar que se complete.

### 3.2.3 Ensayo de corte

Los resultados de la prueba de corte se resumen en la Tabla 22:

Tabla 22. Resultados de Prueba de Corte

Clasificación de los granos de cacao					
Tipo de cacao	Bien fermentados	Medianamente fermentados	Violetas	Pizarrosos	% Fermentación*
CCN-51	Primer corte				77%
	2	37	9	2	
	Segundo corte				
	3	35	13	2	
Nacional	Primer corte				62%
	2	28	14	6	
	Segundo corte				
	3	29	15	3	

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

\*%Fermentados = Bien fermentados + medianamente fermentados

Al analizar los resultados obtenidos podemos observar que los porcentajes de fermentación cumplen con lo descrito en la NTE INEN 0176 (2006): Cacao en grano. Requisitos. Para el cacao CCN-51 el porcentaje de fermentación obtenido es de 77% que cumple con el mínimo presentado en la norma de 76%, por otra parte en el cacao Nacional se observa 62% de almendras fermentadas cumpliendo así mismo con el mínimo de 53% del Arriba Superior Época.

### 3.3 Análisis Sensorial

Los datos que se obtuvieron en la prueba sensorial fueron tabulados, determinándose el porcentaje de preferencia de cada muestra, la media y desviación estándar de los atributos por muestra, los mismos que fueron evaluados estadísticamente mediante la prueba de Friedman.

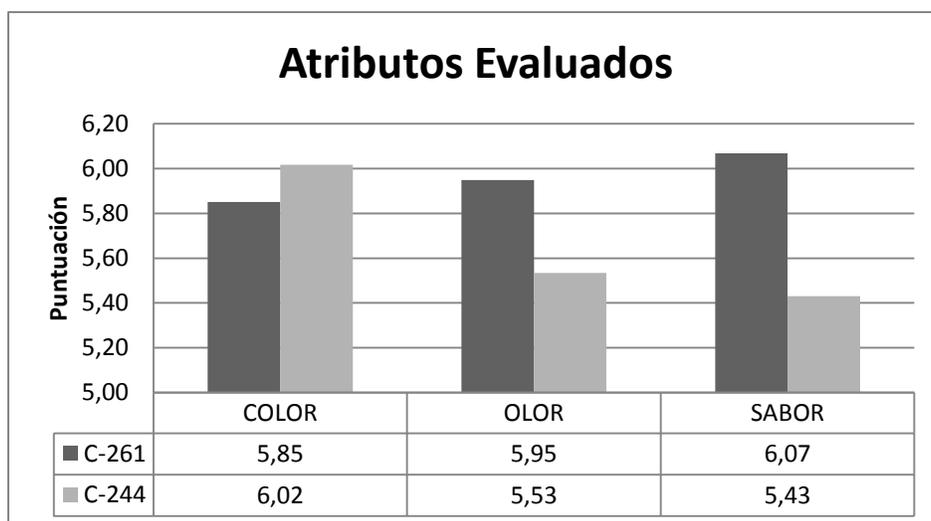
En la Tabla 23 se presentan los resultados de los atributos valorados de acuerdo al grado de aceptación del color, olor y sabor de las distintas formulaciones presentadas a los 60 panelistas.

**Tabla 23. Resultados tabulados**

MUESTRA	COLOR		OLOR		SABOR	
C-261	Media	5,85	Media	5,95	Media	6,07
	Desv. Est.	1,14	Desv. Est.	1,13	Desv. Est.	1,21
C-244	Media	6,02	Media	5,53	Media	5,43
	Desv. Est.	0,97	Desv. Est.	1,07	Desv. Est.	1,25

**Elaborado por: Aguirre y Román (2016).**

En la Figura 36 se puede observar de mejor manera las diferencias entre los promedios obtenidos para cada atributo entre las dos muestras.



**Figura 36. Promedios de atributos por muestras**

**Elaborado por: Aguirre y Román (2016).**

La muestra C-261 es la que mayor puntaje presenta en olor (5.95) y sabor (6.07), y la muestra C-244 obtuvo mayor puntaje en el color (6.02).

Los residuos o diferencias entre las calificaciones de las muestras por cada atributo, no siguen una distribución normal, por lo que no se pudo utilizar ANOVA

para conocer la diferencia significativa de cada par. De manera que, se trabajó con la Prueba de Friedman:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

Como hipótesis nula se dice que las medias de las calificaciones para la muestra C-261 y C-244 en el color, olor y sabor son iguales, siendo contrastado por la hipótesis alterna.

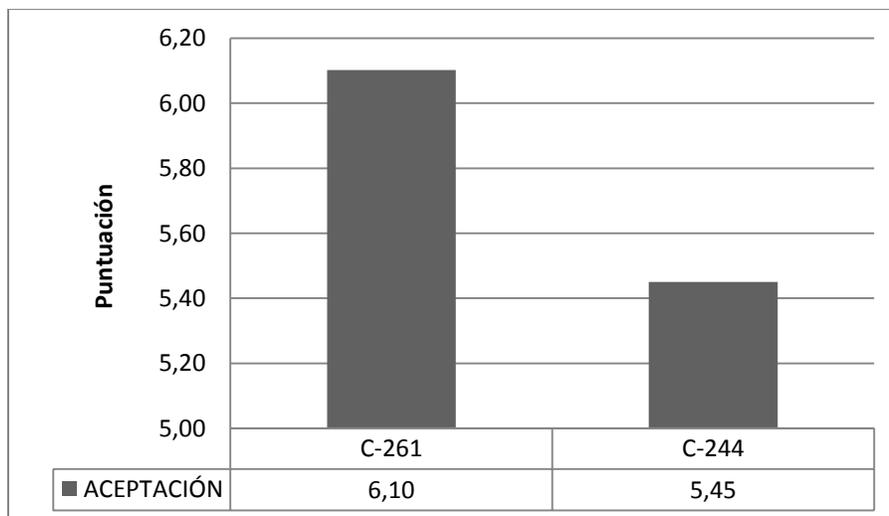
Como resultado de la prueba aplicada, se tiene que los atributos olor y sabor difieren significativamente en los resultados del análisis sensorial, mientras que el color no, este dato se demuestra con los valores p con un nivel de confianza del 95%.

**Tabla 24. Valores p de Prueba de Friedman**

ATRIBUTO	VALOR P
Color	0,752
Olor	0,019
Sabor	0,018

**Elaborado por: Aguirre y Román (2016).**

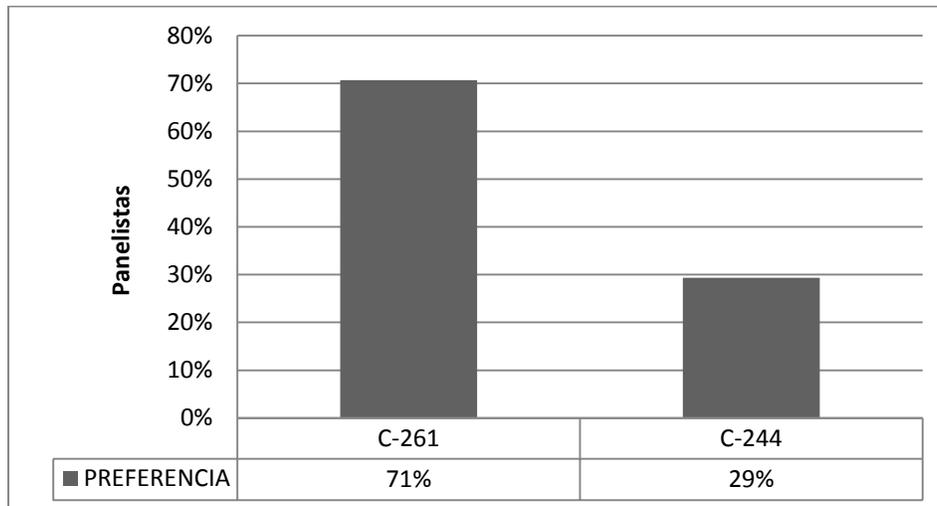
La valoración presentada de los atributos se ve reflejada en la puntuación que ambas muestras obtuvieron en la percepción de los panelistas sobre su aceptación general.



**Figura 37. Aceptación general de muestras**

**Elaborado por: Aguirre y Román (2016).**

En la Figura 38 se presenta del total, el porcentaje de panelistas que prefirieron cada una de las muestras evaluadas. Siendo que la muestra con código C-261 obtuvo una mayor preferencia con el 70.7%, la cual corresponde a la combinación de 42% de licor de CCN-51 y 10% de licor de cacao Nacional.



**Figura 38. Porcentaje de preferencia de las muestras**

**Elaborado por: Aguirre y Román (2016).**

Una vez analizados los resultados de las pruebas sensoriales realizadas, se determina que la muestra con 42% de licor de cacao CCN-51 y 10% de licor de cacao nacional (C-261), es la que posee mayor preferencia para los consumidores evaluados, justificándose con la mayor aceptación alcanzada en los atributos evaluados, el olor y sabor.

Por lo que, se pudo determinar como formulación final del producto la siguiente:

**Tabla 25. Formulación final de tableta**

Ingrediente	Cantidad
Licor de cacao CCN-51	42%
Licor de cacao Nacional	10%
Azúcar	29,5%
Manteca de cacao	18%
Lecitina	0,5%

**Elaborado por: Aguirre y Román (2016).**

### 3.4 Análisis Microbiológicos

Para comprobar que el chocolate cumpla con los requisitos antes mencionados se analizó microbiológicamente el producto, a continuación se presenta los resultados obtenidos:

Tabla 26. Resultados Microbiológicos

	Resultado	Nivel de Aceptación	Unidades	Método de ensayo NTE INEN
Aerobios mesófilos	$2,3 \times 10^3$	$2,0 \times 10^4$	UFC/g	1529-5
Coliformes totales	$<6,0 \times 10^0$	0	UFC/g	1529-6
Mohos y levaduras	$5,8 \times 10^1$	$1,0 \times 10^2$	UPC/g	1529-10
Salmonella	Ausencia	Ausencia	-	1529-15

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

Tal como se muestra en la Tabla 28, la tableta de chocolate producida cumple con los parámetros microbiológicos establecidos, lo que demostró que fue elaborado de manera inocua.

Los análisis fueron realizados una vez obtenidas las tabletas y luego de estar almacenadas dos meses en refrigeración.

### 3.5 Balance Final de Materia

Una vez conocidas las capacidades de los equipos cotizados y la producción estimada ajustada a los mismos, se realizan los cálculos de balance de materia, con el fin de obtener los kg finales de cada uno de los ingredientes utilizados.

#### **Balance de materia en Secado**

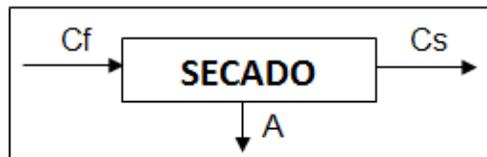


Figura 39. Balance de materia en Secado

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

$C_f$ : kg. de Cacao fermentado.

$C_s$ : kg. de Cacao seco.

$A$ : kg. de Agua.

El cacao luego de la fermentación posee 55% de humedad. De acuerdo a la normativa presentada en el Apéndice B, el cacao debe alcanzar 7% de humedad en el secado, que se logra luego de las 2.5 horas respectivo para el volumen que se maneja y las características del equipo.

Balance de materia  $\rightarrow C_f = C_s + A$   
 $A = C_f - C_s$   
 $A = 498.5 - 241.2$   
 $A = 257.3 \text{ kg.}$

Balance de componentes  $\rightarrow 0.45C_f = 0.93C_s + 0$   
 $0.45(498.5) = 0.93C_s + 0$   
 $C_s = 241.2 \text{ kg.}$

**Balance de materia en Recepción**

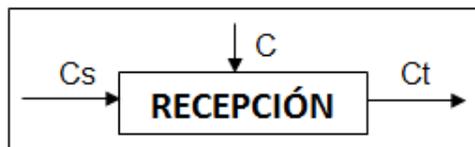


Figura 40. Balance de materia en la recepción

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

$C_s$ : kg. de Cacao seco.

$C$ : kg. de Cacao seco que entra directo.

$C_t$ : kg. totales de Cacao seco.

Entran 241.2 kg. de cacao CCN-51 resultantes después de la fermentación y secado en la planta y adicional, 55.2 kg. de cacao Nacional.

Balance de materia  $\rightarrow C_t = C_s + C$   
 $C_t = 241.2 + 55.2$   
 $C_t = 296.4 \text{ kg.}$

**Balance de materia en limpieza**



Figura 41. Balance de materia en la limpieza

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

$C$ : kg. de Cacao seco que entra directo.

$C_l$ : kg. de Cacao seco libre de impurezas.

$I$ : kg. de impurezas.

Las impurezas que traen consigo el cacao cultivado se estiman en un 10%. Se las calcula en base a los kilogramos de cacao seco que entran directo de los productores.

Balance de materia CCN-51  $\rightarrow C = I + C_l$

$$I = 0.10C$$

$$I = 0.10(241.2)$$

$$I = 24.1 \text{ kg.}$$

$$C_l = C - I$$

$$C_l = 241.2 - 24.1$$

$$C_l = 219.3 \text{ kg.}$$

Balance de materia Nacional  $\rightarrow C = I + C_l$

$$I = 0.10C$$

$$I = 0.10(55.2)$$

$$I = 5.5 \text{ kg.}$$

$$C_l = C - I$$

$$C_l = 55.2 - 5.5$$

$$C_l = 50.2 \text{ kg.}$$

De esta manera, se obtiene un total de 219.3 kg. de cacao CCN-51 y 50.2 kg. de cacao Nacional para ser procesado.

### **Balance de materia en tostado**

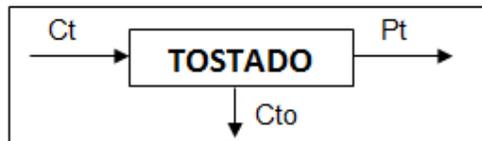


Figura 42. Balance de materia en Tostado

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

$C_t$ : kg. totales de Cacao seco.

$P_t$ : kg. totales de pérdidas en tostado.

$C_{to}$ : kg. totales de Cacao tostado.

Las pérdidas representan el 2% del peso total. (Plúa C. F., 2008).

Balance de materia CCN-51  $\rightarrow C_t = P_t + C_{to}$

$$P_t = 0.02C_t$$

$$P_t = 0.02(219.3)$$

$$P_t = 4.4 \text{ kg.}$$

$$C_l = C - I$$

$$C_l = 219.3 - 4.4$$

$$C_l = 215 \text{ kg.}$$

Balance de materia Nacional  $\rightarrow C_t = P_t + C_{to}$

$$\begin{aligned}
 P_t &= 0.02C & C_l &= C - I \\
 P_t &= 0.02(50.2) & C_l &= 50.2 - 1 \\
 P_t &= 1 \text{ kg.} & C_l &= 49.3 \text{ kg.}
 \end{aligned}$$

De esta manera, se obtiene un total de 215 kg. de cacao CCN-51 y 49.3 kg. de cacao Nacional tostados.

### **Balance de materia en descascarillado**



Figura 43. Balance de materia en Descascarillado

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

$C_{to}$ : kg. totales de Cacao tostado.

$P_c$ : kg. de cáscaras de cacao.

$N$ : kg. de nibs de cacao.

Mediante la experimentación, se determinaron los porcentajes que representan las cáscaras de los granos de cacao en cada tipo.

Tabla 27. Porcentaje peso de cáscaras

TIPO	CÁSCARAS (%)
CCN-51	12%
Nacional	8%

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

Balance de materia CCN-51  $\rightarrow C_{to} = N + P_c$

$$P_c = 0.12C_{to}$$

$$P_c = 0.12 (215)$$

$$P_c = 23 \text{ kg.}$$

$$N = C_{to} - P_c$$

$$N = 215 - 23$$

$$N = 192 \text{ kg.}$$

Balance de materia Nacional  $\rightarrow C_{to} = N + P_c$

$$P_c = 0.08C_{to}$$

$$P_c = 0.08 (49.3)$$

$$P_c = 3.7 \text{ kg.}$$

$$N = C_{to} - P_c$$

$$N = 49.3 - 3.7$$

$$N = 45.6 \text{ kg.}$$

Por lo que se tiene un total de 192 kg. de nibs de cacao CCN-51 y 45.6 kg. de cacao Nacional. Los nibs obtenidos del CCN-51 y Nacional abastecerá la producción de una semana. Por lo tanto, se estima que, para suplir la producción de un mes, se requiere el ingreso de 2,421 kg. de cacao CNN-51 en baba y 264 kg. de cacao Nacional seco.

**Balance de materia en molienda**

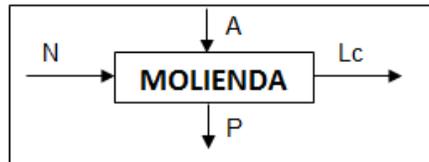


Figura 44. Balance de materia de molienda

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

*N: kg. de nibs de cacao.*

*L<sub>c</sub>: kg. de licor de cacao.*

*P: kg. de pérdidas en molienda.*

*A: kg. de azúcar.*

Las pérdidas en molienda representan el 2% de la masa de los nibs. (Plúa C. F., 2008). Debido a que se realizará esta operación en dos ocasiones, se restará el 4% directamente.

Se ajustó la producción a las capacidades de los equipos seleccionados, con lo que se parte con 48.4 kg. de nibs de cacao, que de acuerdo a la formulación final del producto (42% CCN-51 / 10% Nacional), se tiene que, de los 192 kg. de CCN-51 se utilizarán 48 kg. y del Nacional 11.4 kg para un batch de producción.

El azúcar será añadido en esta etapa del proceso, por lo que debe ser tomada en cuenta para el cálculo de las pérdidas.

Balance de materia →  $N + A = L_c + P$

$$P = 0.04(N + A)$$

$$P = 0.04(48 + 11.4 + 33.7)$$

$$P = 3.7 \text{ kg.}$$

$$L_c = N - P$$

$$L_c = 93.1 - 3.7$$

$$L_c = 89.4 \text{ kg.}$$

**Balance de materia en mezclado y refinado**

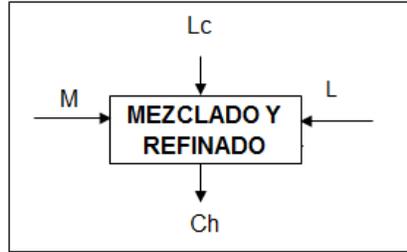


Figura 45. Balance de materia de mezclado y refinado

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

$L_c$ : kg. de licor de cacao.

$M$ : kg. de manteca de cacao.

$L$ : kg. de lecitina.

$Ch$ : kg. de chocolate obtenido.

Para el cálculo de los otros ingredientes, se parte del licor de ambos tipos de cacao disponibles y su porcentaje correspondiente determinado en la formulación.

$L_c$  (81.5%) = 89.4 kg.

$M$  (18%) = 19.8 kg.

$L$  (0.5%) = 0.6 kg.

Balance de materia  $\rightarrow Ch = L_c + M + L$

$$Ch = 89.4 + 19.8 + 0.6$$

$$Ch = 109.8 \text{ kg.}$$

Por lo tanto un batch de producción son los 109.8 kg. de chocolate. Acorde a la tabla 30, el tiempo por batch son 20 h 11 min. Se determinan 12 batch por semana.

### **Balance de materia en dosificado**

En el mercado existen productos similares con peso neto de 50 g., el cual se estableció para el desarrollo del producto. Por lo tanto, se estima producir 2,083 tabletas por batch, 25,000 tabletas al mes y 300,000 tabletas al año.

### **Balance de materia en empaquetado**

El tamaño del display de cartulina para el empaque secundario es de 14.2 cm. de alto, 6.2 cm. de largo y 1 cm. de ancho (Ver plano en el Apéndice G), de manera que se realizará el acomodo en cajas de cartón de la siguiente manera: 10x3x1, es decir, 10 filas, 3 columnas y en 1 solo nivel; se establece la plancha de cartón con las siguientes dimensiones: 45.8 cm. de alto y 102.4 cm. de largo. (Ver Apéndice H). Con el acomodo realizado se disponen de cajas de cartón con 90 tabletas de

chocolates en cada una y, de acuerdo a la producción estimada, se puede conocer que al mes se necesitarán 278 cajas de cartón.

Los pallets a utilizar son los americanos, siendo estos de 1000 mm. x 1200 mm., de modo que por pallet caben 40 cajas de cartón, considerando que se colocarán dos niveles de cajas en cada uno.

En la Tabla 28 y Tabla 29 se presentan los tiempos y rendimientos del procesamiento de los granos en la primera etapa y del procesamiento de los nibs en la segunda etapa, respectivamente.

**Tabla 28. Tiempos y rendimiento de proceso de granos**

<b>GRANOS DE CACAO</b>									
<b>OPERACIÓN</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>MATERIA INICIAL</b>		<b>PÉRDIDAS</b>		<b>MATERIA FINAL</b>		<b>RENDIMIENTO</b>
	<b>CCN-51 (H)</b>	<b>NACIONAL (H)</b>	<b>CCN-51</b>	<b>NACIONAL</b>	<b>CCN-51</b>	<b>NACIONAL</b>	<b>CCN-51</b>	<b>NACIONAL</b>	
Fermentación	168	0	2000	0	0%	0%	2000	0	<b>CCN-51</b>
Secado	0,72	0	515	0	52%	52%	247,2	0	<b>37%</b>
Tamizado	0,95	0,22	247	55	10%	10%	222	50	
Tostado	0,43	0,1	222	50	2%	2%	218	49	<b>NACIONAL</b>
Descascarillado	0,42	0,1	218	49	12%	8%	192	45	<b>81%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>170,52</b>	<b>0,42</b>					<b>192</b>	<b>45</b>	

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

**Tabla 29. Tiempos y rendimiento de proceso de nibs**

<b>NIBS DE CACAO</b>					
<b>OPERACIÓN</b>	<b>TIEMPO (H)</b>	<b>MATERIA INICIAL</b>	<b>PÉRDIDAS</b>	<b>MATERIA FINAL</b>	<b>RENDIMIENTO</b>
Pesado	0,17	59,6	0%	59,6	
Triturado	0,5	59,6	2%	58,408	
Molienda	2	92	2,4%	89	
Conchado	10	110	0%	110	
Dosificado	5	110	5%	104	
<b>TOTAL</b>	<b>17,67</b>			<b>104,2</b>	

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

La operación de conchado, es el cuello de botella, ya que ralentiza el proceso productivo y restringe la cantidad de productos en un tiempo determinado. El cual se plantea como análisis posterior para la optimización del proceso.

Estos datos presentados serán útiles para la estimación de la producción. En la Tabla 30 se presenta un resumen de la producción anual.

**Tabla 30. Cálculos de Producción Estimados**

<b>CÁLCULOS DE PRODUCCIÓN</b>					
<b>TIEMPO PROCESO (H)</b>		<b>TIEMPO NETO (H)</b>		<b># BATCH</b>	<b>TABLETAS</b>
<b>GRANO</b>	2,52	<b>Diario</b>	16	0,79	1372
		<b>Semanal</b>	80	3,96	6859
		<b>Mensual</b>	320	12,2	24965
<b>NIBS</b>	17,67	<b>Anual</b>	3840	173,3	300000
		<b>Batch</b>	20,19		2084

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

### 3.6 Estudio Económico y Financiero

El VAN obtenido es de \$57,965.36 y representa el beneficio neto del proyecto considerado a valor actual, como es un valor positivo se puede concluir que el proyecto está generando una tasa mayor al 20% lo que evidentemente es beneficioso; para reafirmar la conveniencia del proyecto se analiza el TIR obtenido que en este caso es del 26% lo que indica que el proyecto es rentable.

**Tabla 31. Parámetros de Viabilidad Económica**

Tasa de descuento anual		20%
VAN	\$	57,965,36
TIR		26%

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

#### 3.6.1 Punto de equilibrio

Para estimar el mínimo de ventas y evitar tener pérdidas es necesario realizar el cálculo del punto de equilibrio, en la Tabla 32 se resume este cálculo tanto en unidades como en dólares al año.

**Tabla 32. Punto de Equilibrio**

<b>PUNTO DE EQUILIBRIO (PE)</b>	
VOLUMEN DE PRODUCCIÓN (PEU) UNIDADES	<b>173,053,01</b>
INGRESOS (PE)US\$	<b>\$ 432,632,52</b>
KG DE PRODUCTO	<b>8,652,65</b>
BATCHS DE PROCESO	<b>83,04</b>

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

### 3.7 Diseño y distribución de la planta

Posterior a la selección de equipos, de tomar en cuenta los parámetros de distancias establecidos en el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo y Registro Oficial ARCSA-DE-067-2015-GGG, se diseñó y realizó la distribución de la planta con su centro de acopio.

A continuación se presenta el bosquejo de la planta propuesta:

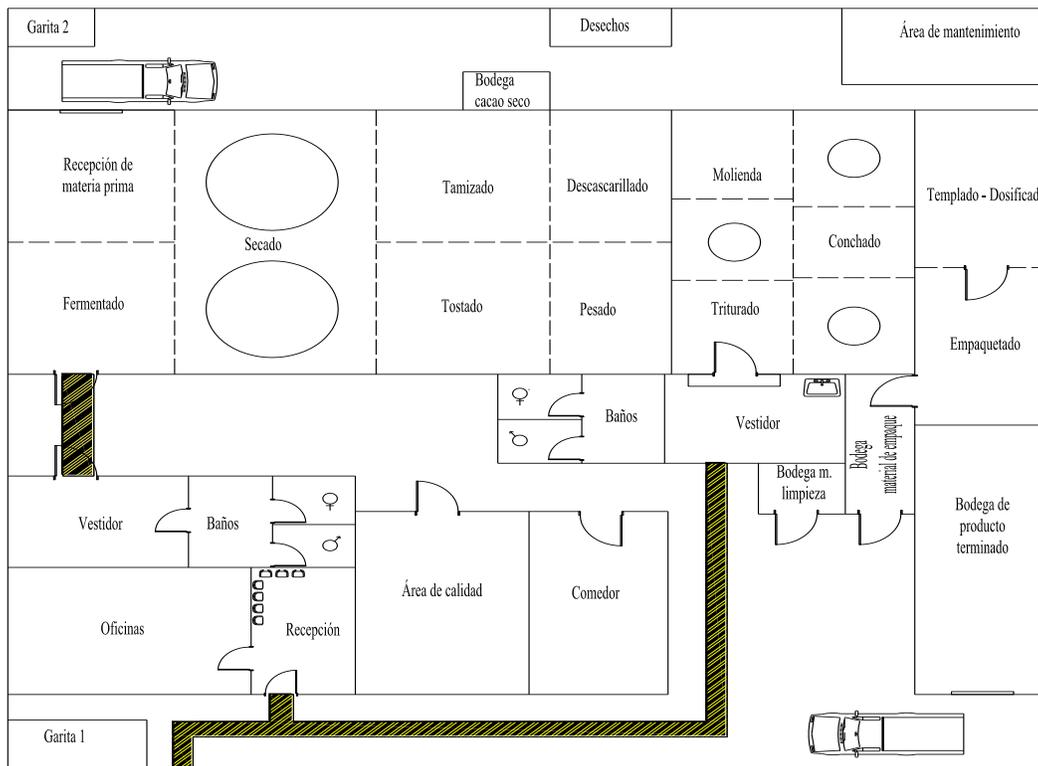


Figura 46. Diseño y Distribución de la Planta

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

# CAPÍTULO 4

## 4.1 Discusión de Resultados

Las tabletas que se desarrollaron poseen 52% de licor de cacao en su composición, que comparado con las tabletas comercializadas a nivel nacional denominadas como chocolate amargo, van de 50 – 85 %. Por lo tanto el producto posee menos características astringentes y pueden ser mayormente aceptadas en el país.

Otro aspecto importante para el posicionamiento de una marca es el precio, en cuanto a la tableta desarrollada de 50 g. es de \$2.50, mientras que para marcas como: Pacari de 50 g. es de \$2.29, Caoni de 50 g. de \$2.75, Republica del Cacao con presentación de 75 g. tiene un valor de \$7.63 , Hoja Verde de 50 g. de \$2.44, Yanakuri de 50 g. de peso neto, un precio de \$2.88, entre otras, lo cual pone en manifiesto que no existe una gran diferencia, lo que sugiere que nuestro producto pueda ser competitivo.

La calidad de la tableta y el proceso de producción se ven afectado por varios parámetros: disponibilidad materia de prima, proceso de fermentación, equipos utilizados, como se describe en la Guía de Prácticas Comerciales de Cacao.

La disponibilidad de la materia prima es esencial para que una planta procesadora pueda funcionar continuamente, se debe contar con suministro de cacao durante todo el año. Esto es posible, debido a la ubicación de la planta, pudiéndose receptor cacao de Balao y de lugares aledaños de ser necesario. La zona asegura una producción promedio de 4,431,100 kg. de cacao, que abastece el requerimiento de la planta que es de 15,000 kg al año.

Para el presente proyecto, disponer de un terreno se convirtió en fortaleza y debilidad. Si bien es cierto, no representa un gasto de inversión inicial, fue una limitante debido a que la producción se ajustó para que los equipos no sobrepasen el área predeterminada para la planta.

Según la Guía antes mencionada, la disponibilidad de repuestos para los equipos es un factor esencial para que la operación sea continua. Debido a que si se presentara un fallo mecánico, la planta pararía hasta conseguir el repuesto y se hagan las reparaciones respectivas. (Centro De Comercio Internacional, 2001). En el proyecto, este factor es una debilidad porque los equipos fueron diseñados acorde a las necesidades de la planta, lo que dificulta adquirir un repuesto y el mantenimiento de los mismos.

## **4.2 Conclusiones**

Se logró formular una tableta de chocolate a partir de cacao nacional y CCN-51, que cumple la normativa nacional, nivel de preferencia, aceptación de los consumidores y la disponibilidad de la materia prima. La fórmula final fue elegida mediante el análisis sensorial de los prototipos y fue la muestra con 42% de cacao CCN-51 y 10% de cacao nacional.

De acuerdo a la disponibilidad de terreno y selección de equipos, se planificó la producción estimada del proceso de elaboración de tabletas, siendo éstas de 2,083 tabletas por Batch, 25,000 tabletas al mes y 300,000 tabletas al año. Esta estimación fue realizada considerando, los tiempos de operación y la disponibilidad de materia prima. (Cacao CCN-51 en baba y cacao nacional seco). El rendimiento del CCN-51 es del 37% para obtener los nibs y el rendimiento del nacional es del 81%. Esta diferencia en los rendimientos radica en el paso del cacao en baba por el secador, en donde pierde el 52% de su peso total inicial. El rendimiento de la segunda parte de la elaboración de nibs de cacao para obtener el chocolate, es del 77%, ya que las pérdidas en las operaciones son mínimas gracias a las facilidades que brinda el diseño de los equipos.

El costo de fabricación de una tableta de chocolate, considerando la materia prima, mano de obra directa e indirecta, suministros, costos por equipos e imprevistos, es de \$1.95. Debido a que existe ya en el mercado productos similares al desarrollado, se propone como precio de venta al público \$2.50, obteniéndose un rango de utilidad anual aproximada del 10% por la venta de cada tableta de 50 g. Con el cálculo estimado de los gastos administrativos, ventas y demás costos ya mencionados, se realizó el flujo de caja con proyección de cinco años.

Se presume que a partir del tercer año, el saldo final de caja empieza a ser positivo, obteniéndose un VAN de \$57,965.36 y un TIR del 26%, parámetros que indican que el proyecto es viable económicamente. Además, se determinó el punto de equilibrio de 173,053 unidades por año, se puede expresar en unidades monetarias (\$432,632.52), el cual representa el 57.7% de las ventas realizadas; valor en Kg. (8,652.65); y en batch de proceso (83).

## **4.3 Recomendaciones**

Implementar controles rigurosos en el proceso de selección separando las mazorcas contaminadas con monilla para prever la aparición de contaminantes. De igual forma en fermentación, puesto que mediante el control de los parámetros

como temperatura, tiempo y aeración se previene la aparición de desagradables sabores en el chocolate.

Para llegar al mercado objetivo, es primordial buscar canales de distribución adecuados para la venta del producto, así también, sugerir su exportación como una forma de expansión a futuro, debido a que la planta tiene la capacidad de producir hasta un 50% más de lo que se estimó como producción. Para ello, se recomiendan cambios en la formulación del producto, con el fin de obtener un chocolate de categoría Premium, que posee un mejor posicionamiento a nivel internacional.

Realizar un estudio de factibilidad para evaluar si se justifica la inversión de un prensador para obtener la manteca de cacao y como subproducto, polvo de cacao, dado que el costo de la manteca es elevado y la cantidad en fórmula para el proceso es de 18%, lo que conllevaría a la adquisición de un equipo con capacidad reducida y por consecuencia, no requiere mucho capital.

## BIBLIOGRAFÍA

- ANECACAO. (2016). Exportación Ecuatoriana De Cacao - 2015 Exportación Ecuatoriana De Cacao - 2015, 6p. Retrieved from [http://www.anecacao.com/uploads/estadistica/resumen-exportacion-de-cacao-2015-anecacao-ecuador\\_1.pdf](http://www.anecacao.com/uploads/estadistica/resumen-exportacion-de-cacao-2015-anecacao-ecuador_1.pdf)
- Anecacao, A. N. de E. de C. (2015). Cacao CCN51. Retrieved from <http://www.anecacao.com/index.php/es/quienes-somos/cacaoccn51.html>
- Anzaldúa Moralez, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Madrid, España: Acriba. Retrieved from <http://www.casadellibro.com/libro-la-evaluacion-sensorial-de-los-alimentos-en-la-teoria-y-la-practi-ca/9788420007670/430403>
- Asamblea Nacional Constituyente. (2008). Constitución 2008. *Libro Incluye Las Reformas Aprobadas En El Referéndum Y Consulta Popular de 7 de Mayo Del 2011*, (Constitución de la República del Ecuador), 1–216. <http://doi.org/10.1515/9783110298703.37>
- Centro De Comercio Internacional. (2001). *Desarrollo de productos y mercados Cacao*. Ginebra. Retrieved from <http://www.intracen.org/uploadedFiles/intracenorg/Content/Publications/Cocoa - A Guide to Trade Practices English.pdf>
- COFINA. (2016). Manteca de Cacao. Retrieved from <http://cofinacocoa.com/site/productos/manteca-de-cacao/>
- Cortés, E. (2012). Presentación de todo chocolate. *Procesamiento Para Elaboración de Chocolate*. Retrieved from <http://www.edpcollege.info/ebooks-pdf/Chocolate Cortes.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (1987). Cacao en grano. Ensayo de corte. *NTE INEN 175 (1987)*. Retrieved from <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0175.1987.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2006). Cacao en Grano. Requisitos. *NTE INEN 176:2006*. Retrieved from <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0176.2006.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (1975). Cacao en grano. Determinación de la humedad. *NTE INEN 173 (1975)*, 1–3. Retrieved from <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0175.1987.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (1995). Cacao en grano. Muestreo. *NTE INEN 177 (1995)*. Retrieved from <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0177.1995.pdf>

- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (1998). NTE INEN 1529-10 (1998) (Spanish): Control Microbiológico de los Alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad. *NTE INEN 1529-10:1998*, 10, 1–6. Retrieved from <ftp://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1529.10.1998.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2000). Azúcar blanco. Requisitos. *NTE INEN 259 (2000)*, 26. Retrieved from <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2145.2000.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2006). Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos. *Nte Inen 1529-5:2006*, 5, 11. Retrieved from <ftp://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1529.5.2006.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2009). Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica del número más probable. *Nte Inen 15296:2009*, 6, 11. Retrieved from <ftp://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1529.6.1990.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2010). Chocolate. Requisitos. *NTE INEN 621 (2010)*. Retrieved from <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0621.2010.pdf>
- J. De La Cruz Medina, M. A. V. O. and O. A. D. A. C. (2009). CACAO: Operaciones Poscosecha. *Instituto Tecnológico de Veracruz*, 1–78. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-au995s.pdf>
- Ministerio de Comercio Exterior. (2014). Cacao y Elaborados. Retrieved from <http://www.proecuador.gob.ec/compradores/oferta-exportable/cacao-y-elaborados/>
- Neogen Corporation. (2006). Reveal 2.0 for Salmonella, 5333(0), 525600. Retrieved from <http://www.neogen.com/FoodSafety/pdf/ProdInfo/R2-Sal.pdf>
- Plúa C. F., J. C. \nCornej. Z. (2008). Diseño de una Línea Procesadora de Pasta de Cacao Artesanal (Theobroma cacao.). *Revista Tecnológica ESPOL – RTE*, xx(xx), 8. Retrieved from <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/2400>
- ProEcuador. (2013). Análisis del Sector Cacao y elaborados, 42. Retrieved from [http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/08/PROEC\\_AS2013\\_CACAO.pdf](http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/08/PROEC_AS2013_CACAO.pdf)  
<http://www.proecuador.gob.ec/compradores/oferta-exportable/cacao-y-elaborados/>
- Quingaísa, E. (2007). Estudio de caso: denominación de origen “cacao arriba,” 70. Retrieved from <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A7704E/A7704E.PDF>
- Rafecas, M., & Codony, R. (2000). ESTUDIO NUTRICIONAL DEL CACAO Y PRODUCTOS DERIVADOS, (Instituto del Cacao y el Chocolate ICC), 13.

Retrieved from

[http://revista.nutricion.org/hemeroteca/revista\\_marzo\\_02/VCongreso\\_publicaciones/Conferencias/cacao.pdf](http://revista.nutricion.org/hemeroteca/revista_marzo_02/VCongreso_publicaciones/Conferencias/cacao.pdf)

- Ramírez, J. S., Murcia, L., & Castro, V. (2014). Análisis De Aceptación Y Preferencia Del Manjar Blanco Del Valle (Analysis of Acceptance and Preference of Manjar Blanco of Valle), *12*(1), 20–27. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v12n1/v12n1a03.pdf>
- Sánchez, V. (2007). Caracterización organoléptica del cacao ( *Theobroma cacao* L .) , para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial, 52 – 55. Retrieved from [http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Caracterizacion\\_organoleptica\\_cacao\\_Theobroma\\_cacao\\_L.\\_seleccion\\_arboles\\_perfiles\\_sabor\\_interes\\_comercial.pdf](http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Caracterizacion_organoleptica_cacao_Theobroma_cacao_L._seleccion_arboles_perfiles_sabor_interes_comercial.pdf)
- Sanz, A. (2005). Lecitina.
- Secretaría de Salubridad y Asistencia. (1964). Alimentos. Chocolate para mesa. *NMX-F-061-1964*, 1–4. Retrieved from <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-061-1964.PDF>
- Secretaría de Salubridad y Asistencia. (1978). DETERMINACIÓN DE pH EN ALIMENTOS. DETERMINATION OF pH IN FOODS. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS. *NMX - F - 317 - S - 1978*, 3–6. Retrieved from <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-FF-038-2002.PDF>
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo – Senplades. (2013). Plan Nacional Buen Vivir 2013-2017.pdf. *SENPLADES-Ecuador*. Retrieved from <http://documentos.senplades.gob.ec/Plan Nacional Buen Vivir 2013-2017.pdf>
- Wageningen University, & Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. (2014). Food - Info. Retrieved from <http://www.food-info.net/es/qa/qa-fp44.htm>

## APÉNDICE A

### Composición Química del Cacao

<b>CONTENIDO (100g)</b>	<b>CANTIDAD</b>
Energía (Kcal)	255
Proteínas (g)	23
H. de Carbono (g)	16
Almidón (g)	13
Azúcares (g)	3
Fibra (g)	23
Grasas (g)	11
Grasa Saturada (g)	6,5
G. monoinsaturada (g)	3,6
G. poliinsaturada (g)	0,3
Sodio (g)	0,2
Potasio (g)	2
Calcio (mg)	150
Fósforo (mg)	600
Hierro (mg)	20
Magnesio (mg)	500
Cinc (mg)	9
Vit. A (UI)	3
Vit. E (mg)	1
Vit. B1 (mg)	0,37
Vit. B6 (mg)	0,16
Ac. Fólico (micro g)	38

Elaborado por: Aguirre y Román (2016).

# APÉNDICE B

NTE INEN 0176 (2006): Cacao en grano. Requisitos



**INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN**

Quito - Ecuador

---

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 176:2006**  
**Cuarta Revisión**

---

---

## **CACAO EN GRANO. REQUISITOS.**

**Primera Edición**

COCOA BEANS - SPECIFICATIONS.

First Edition

# APÉNDICE C

NTE INEN 0621 (2010): Chocolates. Requisitos.



**INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN**

Quito - Ecuador

---

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 621:2010**  
**Tercera revisión**

---

---

**CHOCOLATES. REQUISITOS.**

**Primera Edición**

CHOCOLATES. SPECIFICATIONS.

First Edition

# APÉNDICE D

INEN 177:95. Cacao en grano. Muestreo.



## INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

---

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 177:95**  
Segunda Revisión

---

---

### **CACAO EN GRANO. MUESTREO.**

**Primera Edición**

COCOA BEANS. SAMPLING.

First Edition

# APÉNDICE E

## FORMULARIO PANEL SENSORIAL

**Muestra:** CHOCOLATE

**Fecha:**

**N°**

**Códigos:** C261 – C244

Para cada uno de los atributos evalúe la intensidad percibida, colocando el código de cada muestra en el espacio de la tabla presentada, de acuerdo a la escala que mejor describa su reacción.

Puntuación	Atributo	Color a chocolate	Olor a chocolate	Sabor a chocolate	Aceptabilidad General
7	Me gusta muchísimo				
6	Me gusta moderadamente				
5	Me gusta ligeramente				
4	Ni me gusta ni me disgusta				
3	Me disgusta ligeramente				
2	Me disgusta moderadamente				
1	Me disgusta muchísimo				

**¿Cuál de las dos muestras prefiere, la C261 o C244?**

**C261**

**C244**

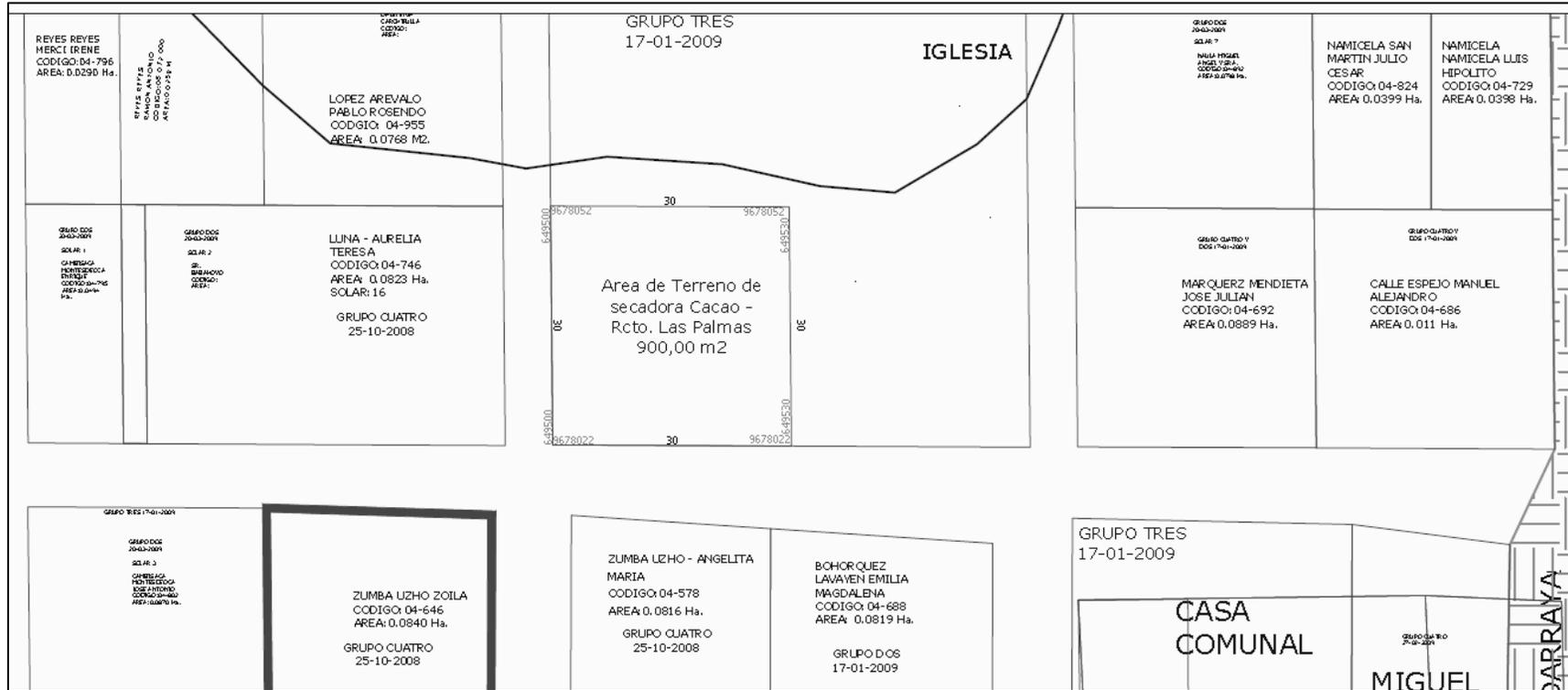
**Comentarios:**

---

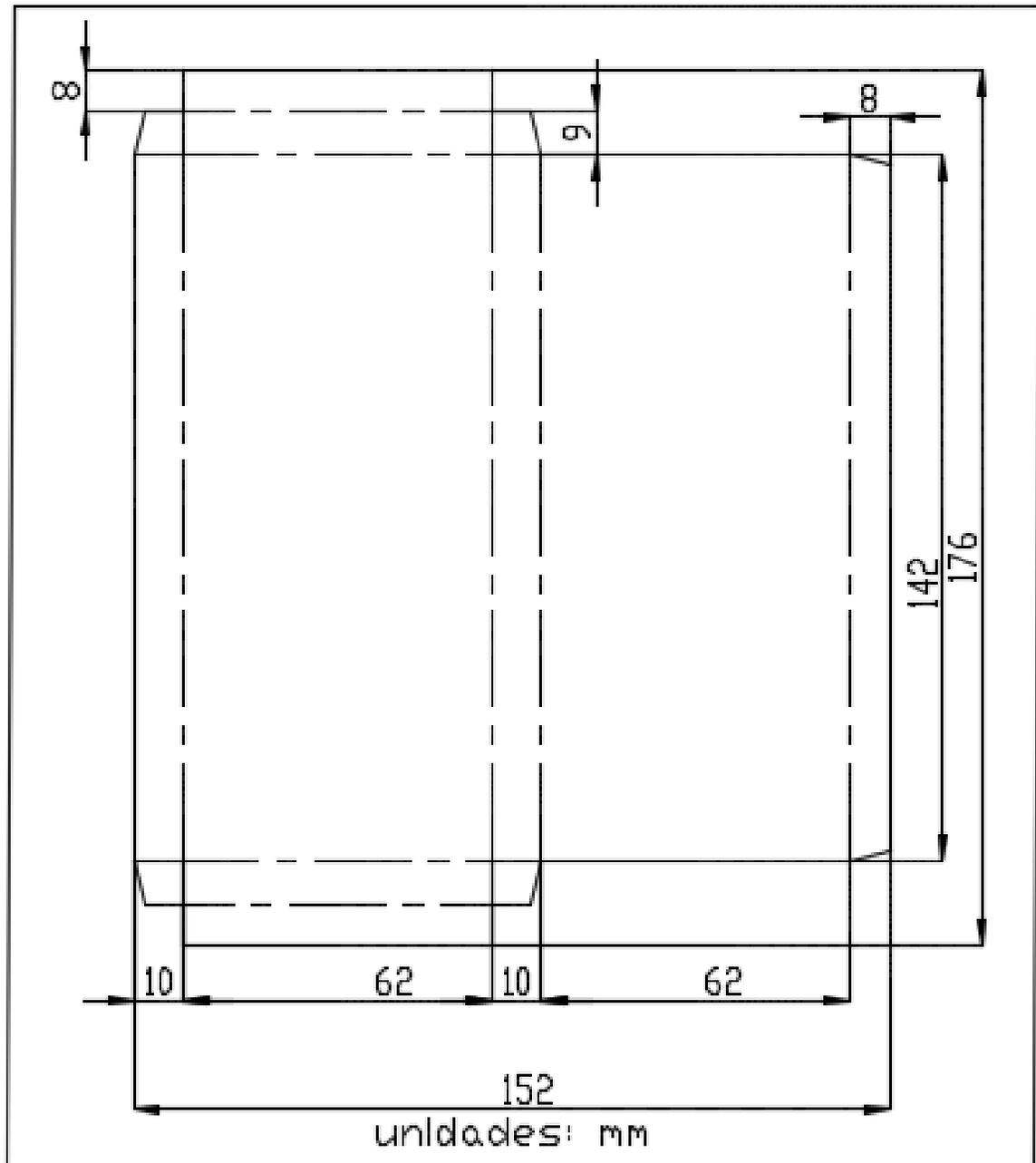
---

# APÉNDICE F

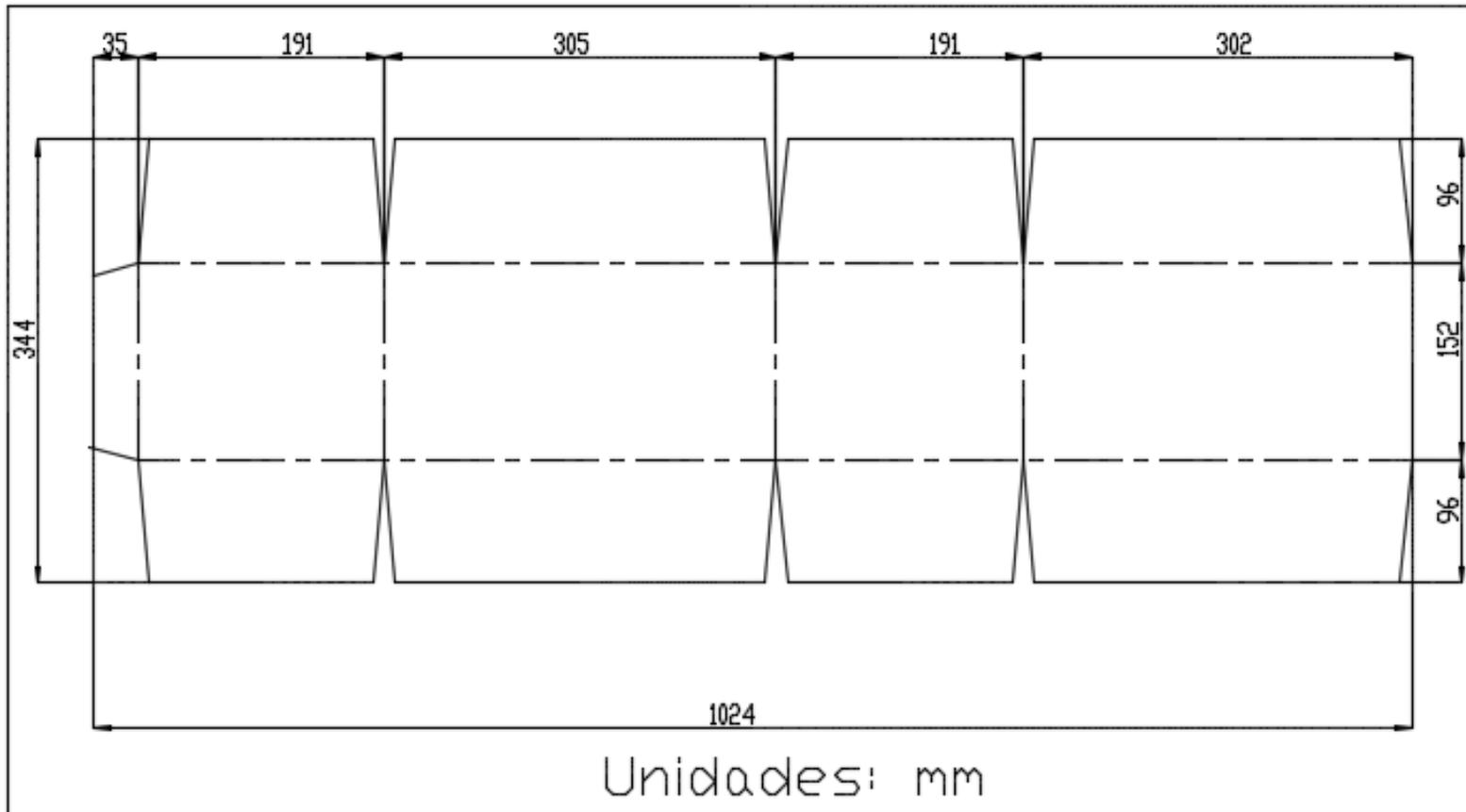
## PLANO RECINTO LAS PALMAS



**APÉNDICE G**  
**PLANO MECÁNICO DE EMPAQUE SECUNDARIO**

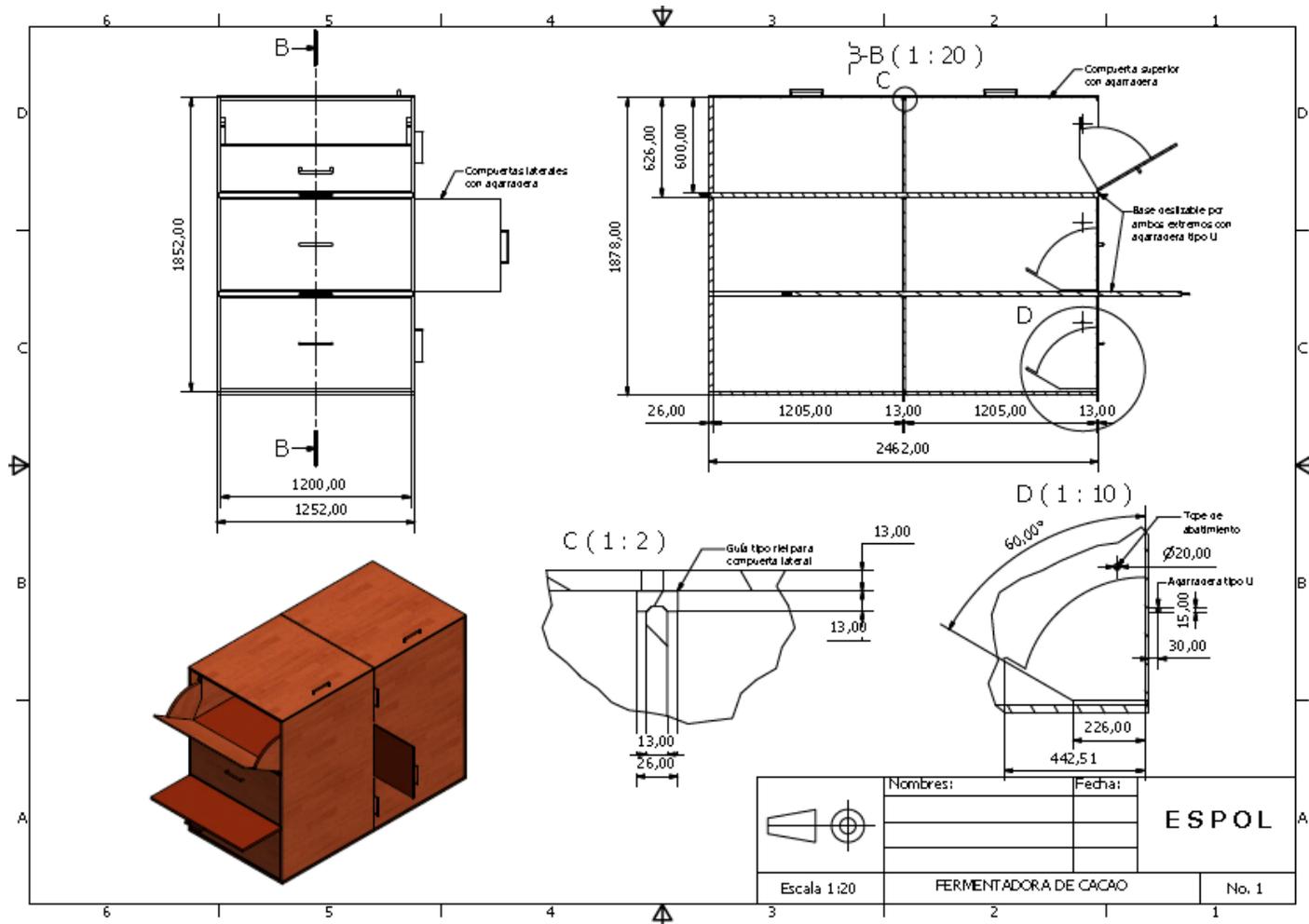


**APÉNDICE H**  
**PLANO MECÁNICO DE CAJA DE CARTÓN**



# APÉNDICE I

## BOSQUEJO DE FERMENTADOR



# APÉNDICE J

## BOSQUEJO DEL DISEÑO DE PLANTA

