



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

**IMPLEMENTACIÓN Y DEFINICIÓN DE PARÁMETROS
ÓPTIMOS DE OPERACIÓN DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE
LICOR DE CACAO VARIEDAD FINO DE AROMA PARA LA
EMPRESA “VALENCORP” CÍA LTDA**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO DE ALIMENTOS**

FERNANDO JAVIER VALENZUELA LEÓN

DIRECTORA: ING. XIMENA ROJAS, MSc.

Quito, junio 2016

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2016

Reservados todos los derechos de reproducción

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1715811558
APELLIDO Y NOMBRES:	Valenzuela Fernando Javier
DIRECCIÓN:	Diego Vaca Oe6-102 y J.M. Carrión
EMAIL:	fervier_1010@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	2492 888
TELÉFONO MOVIL:	0983 338 332

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	IMPLEMENTACIÓN Y DEFINICIÓN DE PARÁMETROS ÓPTIMOS DE OPERACIÓN DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LICOR DE CACAO VARIEDAD FINO DE AROMA PARA LA EMPRESA "VALENCORP" CÍA LTDA
AUTOR O AUTORES:	Valenzuela Fernando
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	17 de junio de 2016
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Ximena Rojas, MSc.
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero de Alimentos
RESUMEN:	<p>En la actualidad, el Ecuador ha buscado alternativas que generen mayores plazas de empleo y opciones de crecimiento económico en el país. El gobierno de turno busca incentivar la economía del país a través del cambio de la matriz productiva, con lo que se busca impulsar actividades que generen valor agregado a los productos primarios. De la misma manera, se consiguió un mercado extranjero y un nicho de mercado definido para comercializar y colocar los semielaborados de cacao en el exterior, en especial el licor de cacao. Con estos antecedentes, VALENCORP pretende exportar con un valor agregado a uno de los productos agrícolas más relevantes producidos en el Ecuador, el cacao fino de aroma. En el estudio se determinó la capacidad productiva de la planta de procesamiento y los balances másicos y energéticos que determinarían la</p>

	<p>capacidad teórica para ser instalada. Con la puesta en marcha de la maquinaria se realizaron distintas pruebas para encontrar parámetros óptimos y estandarizar la línea de procesamiento de la empresa. La línea de producción de VALENCORP consta de: limpieza, selección, tostado, enfriamiento, descascarillado, pre molido, molido y empaque. Para definir los parámetros óptimos de los procesos críticos de tostado y molienda, se trabajó en base a un diseño experimental ya que éstos son considerados como procesos críticos del sistema. Se verificó que las variables que intervienen en el proceso de tostado son el tiempo y la temperatura; mientras que para el proceso de molido se identificaron las variables de velocidad y tiempo de molido. Con los parámetros definidos se establecieron indicadores en los procesos críticos, para la verificación continua de los mismos. Posterior a ello se estandarizaron las operaciones críticas; se realizó mediante la creación de un manual de procesos, el mismo permitirá brindar a la compañía las directrices para una producción de calidad uniforme en el licor de cacao. La validación se realizó con el objetivo de confirmar que la implementación de la línea cumple con los parámetros óptimos establecidos, en donde se identificaron los procesos que están dentro y fuera de control; para los procesos que estaban fuera de control se realizaron las correcciones necesarias para convertir sus parámetros controlables.</p>
PALABRAS CLAVES:	Capacidad de producción, parámetros óptimos, licor de cacao.
ABSTRACT:	Nowadays, Ecuador has looked for some alternatives that generate more employment places and options for economic growth in the country. The current government tries to encourage the country's economy through the change of the productive matrix, which seeks to promote activities that generate added value to primary products. Likewise, we made a business plan defining a specific niche market to commercialize and to export semi-finished cocoa products, especially cocoa liquor. With this feedback, VALENCORP

	<p>intends to export with competitive advantage, one of the most important agricultural products produced in Ecuador, cocoa fine flavor. With this study, the production capacity of the processing plant and the mass and energy balances are determined. These would determine the theoretical capacity to be installed. With the implementation of machinery, several tests to find optimal parameters and standardize the processing line of the company were made. The VALENCORP production line consists of: cleaning, sorting, roasting, cooling, shelling, pre-grinding, milling and packaging processes. Defining the optimal parameters of the critical processes of roasting and grinding, on worked based on an experimental designs because these are considered critical system processes. On verified that the variables involved in the roasting process are time and temperature; whereas for the milling process, the variables identified were ground speed and time. With the control parameters defined, on established indicators for the critical processes for ongoing verification. Then, on standardized critics operations; It was performed by creating a manual process, which allows the company to provide the guidelines to the production and to get uniform quality cocoa liquor. Validation was performed in order to confirm that the implementation of the line meets the established optimum parameters, where the processes that are in and out of control were identified. For processes that are out of control, some conclusions and corrections were made to become controllable parameters.</p>
KEYWORDS	Production capacity, optimal parameters, cocoa liquor.

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



Fernando Javier Valenzuela León

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Fernando Javier Valenzuela León**, CI **1715811558** autor del proyecto titulado: **IMPLEMENTACIÓN Y DEFINICIÓN DE PARÁMETROS ÓPTIMOS DE OPERACIÓN DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LICOR DE CACAO VARIEDAD FINO DE AROMA PARA LA EMPRESA "VALENCORP" CÍA. LTDA.**, previo a la obtención del título de Ingeniero de Alimentos en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 17 de junio de 2016



Fernando Javier Valenzuela León

1715811558

DECLARACIÓN

Yo **FERNANDO JAVIER VALENZUELA LEÓN**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

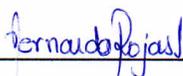


Fernando Javier Valenzuela León

C.I. 171581155-8

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título **“Implementación y definición de parámetros óptimos de operación de línea de producción de licor de cacao variedad fino de aroma para la empresa “Valencorp” Cía. Ltda.”**, que, para aspirar al título de **Ingeniero de Alimentos** fue desarrollado por **Fernando Javier Valenzuela León**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19, 27 y 28.



Ing. Ximena Rojas

DIRECTORA DEL TRABAJO

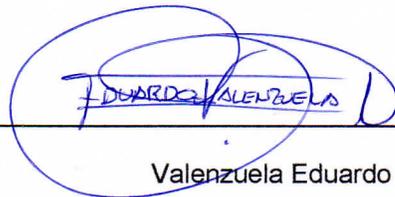
C.I. 1715238521

Quito, 17 de junio de 2016

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, **Eduardo Valenzuela** con cédula de identidad N.- **1715813075** en calidad de Gerente General de VALENCORP CÍA LTDA. autorizo a **Fernando Javier Valenzuela León**, realizar la investigación para la elaboración de su proyecto de titulación "**Implementación y definición de parámetros óptimos de operación de línea de producción de licor de cacao variedad fino de aroma para la empresa Valencorp Cía. Ltda.**", basada en la información proporcionada por la compañía.

f. _____



Valenzuela Eduardo

1715813075

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Sandra y Geovanny por su incansable labor para hacer de mí un hombre respetuoso, educado y con valores interminables, a mis hermanos Edu y Mate por compartir cada momento junto a mí. Y en especial a mi hijo Juan José quien fue la fuerza en los momentos más difíciles, con mucho amor y gratitud quiero que sepan que todo lo que hago es para ustedes, les amo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a Dios y a mi Madre Dolorosa por todas las bendiciones que derraman a diario sobre mí y por rodearme de personas tan especiales como lo han hecho hasta hoy. A mis padres Sandra y Geovanny por su ardua labor en criarme e inculcarme los mejores valores en la vida, a mi hermoso hijo Juan José por ser el motor y la razón para seguir luchando por cada objetivo en mi vida, todo esto es por ti mi retoño.

A mis abuelos Martha, Segundo, Elsa y Aquiles por forjar en mis padres unos seres especiales con una fuerza incansable, y por brindarnos el ejemplo de formar hogares interminables con ideales perfectos. A mis tíos Susy, Jeaneth, Vero, Taty, Willian y mi querido angelito Cone. Al igual que Wilson, Limber, Eleni V..por ayudar en mi formación en varias etapas de mi vida. A Elvita, Xime y Eleni L. por ser esa voz de madre, ese apoyo desde mi nacimiento gracias por sus consejos, preocupación y compañía. A las familias Villarroel Constante, Vázquez Valencia, Villarroel Criollo y Núñez Moncayo por tratarme como uno más de sus familias y complementar mi formación con amor y respeto.

A mis hermanos Edu y Mate, además Gato, Gaby, Nathy, Dany, Djalmar, Gareth y Jesús por compartir mis mejores momentos de infancia y adolescencia, tienen un gran pedazo de mi corazón, somos inseparables.

A Anita por ser mi primera amiga, compañera, confidente, y por siempre tratar de levantarme en cada momento difícil, sé que estarás siempre aquí, te adoro. A Michu, Mabe, Hommi y Rita por enseñarme que a pesar de las adversidades, estando unidos se logra todo. A mis grandes colegas, hermanos y amigos Pablito, Cris, César, Sergio y Enrique porque tienen la facilidad de resolver cada problema con chistes y sonrisas.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1. GENERALIDADES DEL CACAO	3
2.1.1. ORIGEN DEL CACAO	3
2.1.2. CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DE LA PLANTA	4
2.1.3. CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DEL FRUTO	4
2.1.4. TIPOS DE CACAO	5
2.1.4.1. Cacao Criollo	6
2.1.4.2. Cacao forastero	6
2.1.4.3. Cacao trinitario	6
2.2. PRODUCCIÓN DE CACAO EN ECUADOR	7
2.2.1. PRINCIPALES ZONAS DE PRODUCCIÓN	7
2.2.2. FACTORES ZONALES	8
2.2.3. VARIEDADES DE CACAO CULTIVADAS EN ECUADOR	10
2.2.3.1. Cacao CCN-51	10
2.2.3.2. Cacao Nacional, Fino de aroma o Cacao Arriba	11
2.2.4. PRODUCCIÓN DE CACAO FINO DE AROMA EN EL ECUADOR	12
2.3. MATERIA PRIMA	14
2.3.1. SUBDIVISIÓN DE CACAO FINO DE AROMA	14
2.3.2. PROCESAMIENTO POS COSECHA	15
2.3.2.1. Fermentación	16

	PÁGINA
2.3.2.2. Secado	17
2.4. LICOR, PASTA O MASA DE CACAO	19
2.4.1. DEFINICIÓN	19
2.4.2. PROCESOS PARA SU OBTENCIÓN	20
2.4.2.1. Limpieza Mecánica	21
2.4.2.2. Selección Manual	21
2.4.2.3. Tostado	21
2.4.2.4. Descascarillado	22
2.4.2.5. Pre molido	23
2.4.2.6. Molido	23
2.4.2.7. Empaque	24
2.5. INGENIERÍA EN PROCESOS PRODUCTIVOS	25
2.5.1. BALANCES DE MASA Y ENERGÍA	25
2.5.1.1. Balance de masa	26
2.5.1.2. Balance de energía	27
2.5.2. INDICADORES DE GESTIÓN	30
2.5.3. DISEÑO EXPERIMENTAL	30
2.5.4. ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS	32
2.5.5. VALIDACIÓN DE PROCESOS	32
3. METODOLOGÍA	34
3.1. IDENTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE MAQUINARIA E INSTALACIÓN	34
3.1.1. MERCADO	34
3.1.2. REQUERIMIENTO DE MATERIALES	34
3.1.3. BALANCE DE MASA	35
3.1.4. BALANCE DE ENERGÍA	36
3.1.5. IDENTIFICACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPOS	37

	PÁGINA
3.2. DEFINICIÓN DE PARÁMETROS ÓPTIMOS DE PRODUCCIÓN	38
3.2.1. VARIABLES DE CONTROL	38
3.2.2. PARÁMETROS ÓPTIMOS DE PRODUCCIÓN DE LOS PROCESOS CRÍTICOS	38
3.2.2.1. Proceso de tostado	39
3.2.2.2. Proceso de molido	40
3.3. DETERMINACIÓN DE LOS INDICADORES DE CONTROL	41
3.3.1. INDICADOR DEL PROCESO	41
3.3.1.1. Indicadores del proceso de tostado	41
3.3.1.2. Indicadores del proceso de molido	42
3.4. ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS	42
3.4.1. INTRODUCCIÓN	43
3.4.2. OBJETIVOS	43
3.4.3. MARCO NORMATIVO	43
3.4.4. CÓDIGOS DE REFERENCIA	43
3.4.5. SIMBOLOGÍA BPMN	44
3.4.6. FLUJO DE PROCESAMIENTO	44
3.4.7. FICHA DE CARACTERIZACIÓN	44
3.4.8. REGISTROS DEL PROCESO	44
3.5. VALIDACIÓN DE PROCESOS	44
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	46
4.1. IDENTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS	46
4.1.1. MERCADO	46
4.1.2. REQUERIMIENTO DE MATERIALES	48
4.1.3. BALANCE DE MASA	50
4.1.3.1. Balance de masa del proceso empaçar	51
4.1.3.2. Balance de masa del proceso moler	52

	PÁGINA
4.1.3.3. Balance de masa del proceso pre moler	53
4.1.3.4. Balance de masa del proceso descascarillar	53
4.1.3.5. Balance de masa del proceso enfriar	55
4.1.3.6. Balance de masa del proceso tostar	56
4.1.3.7. Balance de masa del proceso seleccionar	57
4.1.3.8. Balance de masa del proceso limpiar	59
4.1.4. BALANCE DE ENERGÍA	60
4.1.4.1. Balance de energía del proceso limpiar	61
4.1.4.2. Balance de energía del proceso seleccionar	61
4.1.4.3. Balance de energía del proceso tostar	62
4.1.4.4. Balance de energía del proceso enfriar	63
4.1.4.5. Balance de energía del proceso descascarillar	64
4.1.4.6. Balance de energía del proceso pre moler	64
4.1.4.7. Balance de energía del proceso moler	65
4.1.4.8. Balance de energía del proceso empacar	66
4.1.5. IDENTIFICACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPOS	67
4.1.5.1. Equipo necesario para el proceso de limpieza	67
4.1.5.2. Equipo necesario para el proceso de selección	69
4.1.5.3. Equipo necesario para el proceso de tostado	71
4.1.5.4. Equipo necesario para el proceso de enfriamiento	73
4.1.5.5. Equipo necesario para el proceso de descascarillado	74
4.1.5.6. Equipo necesario para el proceso de pre molido	76
4.1.5.7. Equipo necesario para el proceso de molido	77
4.1.5.8. Equipo necesario para el proceso de empaque	79
4.2. DEFINICIÓN DE PARÁMETROS ÓPTIMOS	79
4.2.1. VARIABLES DE CONTROL	79
4.2.2. PARÁMETROS ÓPTIMOS DE PRODUCCIÓN DE LOS PROCESOS CRÍTICOS	81
4.2.2.1. Proceso de Tostado	81
4.2.2.2. Proceso de Molido	82

	PÁGINA
4.2.3. PARÁMETROS ÓPTIMOS	83
4.3. DETERMINACIÓN DE LOS INDICADORES DE CONTROL	85
4.3.1. INDICADOR DE PROCESOS	85
4.3.1.1. Indicador del proceso de tostado	85
4.3.1.2. Indicador del proceso de molido	86
4.4. ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS	87
4.5. VALIDACIÓN DE PROCESOS	87
4.5.1. VALIDACIÓN DEL PROCESO DE TOSTADO	88
4.5.2. VALIDACIÓN DEL PROCESO DE MOLIDO	89
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	92
5.1. CONCLUSIONES	92
5.2. RECOMENDACIONES	93
BIBLIOGRAFÍA	95
ANEXOS	103

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Incremento de producción de cacao en Ecuador	7
Tabla 2. Diferencias de costos y rendimientos entre cacao nacional e híbrido CCN51	12
Tabla 3. Requisitos de calidad del cacao Fino de Aroma beneficiado	15
Tabla 4. Características físico químicas del licor de cacao	19
Tabla 5. Tratamientos para el diseño experimental en el proceso de tostado	39
Tabla 6. Tratamientos para el diseño experimental en el proceso de molido	41
Tabla 7. Población de Alemania por ciudades	47
Tabla 8. Nomenclatura de cada corriente del sistema	50
Tabla 9. Comparación entre maquinarias ofertadas para el proceso de limpieza	67
Tabla 10. Especificaciones técnicas del tamiz vibratorio	69
Tabla 11. Comparación entre maquinarias ofertadas para el proceso de selección	70
Tabla 12. Especificaciones técnicas de la mesa de selección	70
Tabla 13. Comparación entre maquinarias ofertadas para el proceso de tostado	71
Tabla 14. Especificaciones técnicas de la tostadora	72
Tabla 15. Comparación entre maquinarias ofertadas para el proceso de enfriamiento	73
Tabla 16. Especificaciones técnicas de la mesa de enfriamiento	74
Tabla 17. Comparación entre maquinarias ofertadas para el proceso de descascarillado	74
Tabla 18. Especificaciones técnicas de la descascarilladora	75

	PÁGINA
Tabla 19. Comparación entre maquinarias ofertadas para el proceso de pre molido	76
Tabla 20. Especificaciones técnicas del molino de pines	77
Tabla 21. Comparación entre maquinarias ofertadas para el proceso de molido	77
Tabla 22. Especificaciones técnicas del molino de bolas	78
Tabla 23. Especificaciones técnicas del tanque dosificador	79
Tabla 24. Identificación de variables del proceso	80
Tabla 25. Datos obtenidos para la etapa de tostado	82
Tabla 26. Datos obtenidos para el proceso de molido	83
Tabla 27. Parámetros de las variables de los procesos del sistema	84

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Clasificación de cacao: (a) cacao criollo, (b) cacao trinitario, (c) cacao nacional, (d) cacao forastero	5
Figura 2. Principales zonas de producción de cacao en Ecuador	8
Figura 3. Cacao nacional (Izquierda) y Cacao CCN-51 (Derecha)	10
Figura 4. Secado natural	18
Figura 5. Sistema de secado artificial	18
Figura 6. Diagrama de proceso para la obtención de Licor de Cacao	20
Figura 7. Molino de bolas con ejes centrales	24
Figura 8. Balance de masa y energía	26
Figura 9. Balance de masa de un proceso de mezclado	27
Figura 10. Balance de masa	35
Figura 11. Etapas de procesamiento de licor de cacao	49
Figura 12. Tamaño del grano de cacao	68
Figura 13. Variación de temperatura del proceso de tostado	88
Figura 14. Variación de tiempo del proceso de tostado	89
Figura 15. Variación de velocidad del proceso de molido	90
Figura 16. Variación de tiempo del proceso de molido	90

ÍNDICE DE ANEXOS

		PÁGINA
Anexo I.	Ficha técnica Tamiz Vibratorio INOX-TVib.	103
Anexo II.	Ficha técnica Despedregadora NA-1	104
Anexo III.	Ficha técnica Despedregadora CPNFBR	105
Anexo IV.	Ficha técnica Mesa INDUMES1	106
Anexo V.	Ficha técnica Tostadora Electric HL200	107
Anexo VI.	Ficha técnica Tostadora PEDRO200	108
Anexo VII.	Ficha técnica Tostadora SEMATECH1	109
Anexo VIII.	Ficha técnica Oreadora AS-10	110
Anexo IX.	Ficha técnica Descascarilladora SEMATECH1	111
Anexo X.	Ficha técnica Peladora de cacao Pel-1	112
Anexo XI.	Ficha técnica Molino de pines Zhengzhou Pin	113
Anexo XII.	Ficha técnica Molino MTC250	114
Anexo XIII.	Ficha técnica Molino de Bolas TQMJ250	115
Anexo XIV.	Ficha técnica Molino refinador Molrod500	116
Anexo XV.	Ficha técnica Tanque de dosificación TBWG	117
Anexo XVI.	Medidas de humedad obtenidas para el diseño experimental del Tostado	118
Anexo XVII.	Medidas de humedad obtenidas para el diseño experimental del Molido	119

		PÁGINA
Anexo XVIII.	Manual de procesos de la línea de producción de licor de cacao	120
Anexo XIX.	Registros validados de los procesos de tostado y molido	143

RESUMEN

En la actualidad, el Ecuador ha buscado alternativas que generen mayores plazas de empleo y opciones de crecimiento económico en el país. El gobierno de turno busca incentivar la economía del país a través del cambio de la matriz productiva, con lo que se busca impulsar actividades que generen valor agregado a los productos primarios. De la misma manera, se consiguió un mercado extranjero y un nicho de mercado definido para comercializar y colocar los semielaborados de cacao en el exterior, en especial el licor de cacao. Con estos antecedentes, VALENCORP pretende exportar con un valor agregado a uno de los productos agrícolas más relevantes producidos en el Ecuador, el cacao fino de aroma. En el estudio se determinó la capacidad productiva de la planta de procesamiento y los balances másicos y energéticos que determinarían la capacidad teórica para ser instalada. Con la puesta en marcha de la maquinaria se realizaron distintas pruebas para encontrar parámetros óptimos y estandarizar la línea de procesamiento de la empresa. La línea de producción de VALENCORP consta de: limpieza, selección, tostado, enfriamiento, descascarillado, pre molido, molido y empaque. Para definir los parámetros óptimos de los procesos críticos de tostado y molienda, se trabajó en base a un diseño experimental ya que éstos son considerados como procesos críticos del sistema. Se verificó que las variables que intervienen en el proceso de tostado son el tiempo y la temperatura; mientras que para el proceso de molido se identificaron las variables de velocidad y tiempo de molido. Con los parámetros definidos se establecieron indicadores en los procesos críticos, para la verificación continua de los mismos. Posterior a ello se estandarizaron las operaciones críticas; se realizó mediante la creación de un manual de procesos, el mismo permitirá brindar a la compañía las directrices para una producción de calidad uniforme en el licor de cacao. La validación se realizó con el objetivo de confirmar que la implementación de la línea cumple con los parámetros óptimos establecidos, en donde se

identificaron los procesos que están dentro y fuera de control; para los procesos que estaban fuera de control se realizaron las correcciones necesarias para convertir sus parámetros controlables.

ABSTRACT

Nowadays, Ecuador has looked for some alternatives that generate more employment places and options for economic growth in the country. The current government tries to encourage the country's economy through the change of the productive matrix, which seeks to promote activities that generate added value to primary products. Likewise, we made a business plan defining a specific niche market to commercialize and to export semi-finished cocoa products, especially cocoa liquor. With this feedback, VALENCORP intends to export with competitive advantage, one of the most important agricultural products produced in Ecuador, cocoa fine flavor. With this study, the production capacity of the processing plant and the mass and energy balances are determined. These would determine the theoretical capacity to be installed. With the implementation of machinery, several tests to find optimal parameters and standardize the processing line of the company were made. The VALENCORP production line consists of: cleaning, sorting, roasting, cooling, shelling, pre-grinding, milling and packaging processes. Defining the optimal parameters of the critical processes of roasting and grinding, on worked based on an experimental designs because these are considered critical system processes. On verified that the variables involved in the roasting process are time and temperature; whereas for the milling process, the variables identified were ground speed and time. With the control parameters defined, on established indicators for the critical processes for ongoing verification. Then, on standardized critics operations; It was performed by creating a manual process, which allows the company to provide the guidelines to the production and to get uniform quality cocoa liquor. Validation was performed in order to confirm that the implementation of the line meets the established optimum parameters, where the processes that are in and out of control were identified. For processes that are out of control, some conclusions and corrections were made to become controllable parameters.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

El Ecuador ha basado su economía en el petróleo y la agricultura. Dentro de la agricultura uno de los principales productos a exportar es el cacao, demostrando que el país es uno de los principales productores de este grano.

Dentro de los tipos de cacao existe la variedad denominada “Nacional Fino de Aroma”, considerada una de las mejores del mundo, desgraciadamente la producción mundial es limitada, llegando a 240 000 TM, de las cuales Ecuador produce el 70 % aproximadamente de este tipo de cacao, convirtiéndose en el principal productor de esta variedad. Sin embargo la población ecuatoriana no aprecia este producto y los beneficios del mismo.

Pese a lo mencionado en los párrafos anteriores y al gran incentivo que ha dado el gobierno para incrementar la producción y exportación de este grano, no se ha logrado industrializar y exportar productos semielaborados y terminados derivados del cacao, convirtiendo a Ecuador en un exportador de materia prima solamente.

A partir del 2012 el gobierno central con el propósito de regular la balanza de pagos promovió el cambio de la matriz productiva, es decir pasar de ser un país productor y exportador de materias primas a ser un país agroindustrial, exportador de semielaborados.

Como parte de este cambio el gobierno promovió la creación de pequeñas empresas y apoyó a los proyectos emprendedores, de aquí nace Valencorp Cía Ltda, tratando de alinearse en las nuevas exigencias del mercado mundial y enmarcándose en la nueva matriz productiva, sin embargo la

carencia de la puesta en marcha de la línea de producción de licor de cacao, y la falta de las definiciones de parámetros óptimos de trabajo, determinan la necesidad de implementar y empezar a producir licor de cacao, ajustando los parámetros para cumplir con las características finales de su producto a expender, que deben incluir: un aspecto de pasta, color marrón, y con olor característico, con un tamaño de partícula de 20 μm , mantenido a una temperatura de proceso de 60°C hasta su empaque, cumpliendo con 7.5 TM de producción mensual, trabajando a un turno de 8 h diarias. Con el presente trabajo se pretende iniciar con la producción de la empresa e impulsar el desarrollo de la misma.

El objetivo general fue implementar y definir con parámetros óptimos de operación la línea de producción de licor de cacao variedad fino de aroma para la empresa Valencorp Cía. Ltda.

Como objetivos específicos se plantearon:

- Identificar y evaluar requerimientos de instalación a ser necesarios en la implementación de la línea de producción de licor de cacao.
- Definir los parámetros óptimos de producción de las operaciones para la obtención de licor de cacao.
- Determinar los indicadores de control del proceso, resultantes de manuales, procedimientos y parámetros de la producción.
- Estandarizar operaciones a través del desarrollo de documentación que permita el control del proceso.
- Validar la operación verificando los indicadores de producción de la empresa.

2. MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1. GENERALIDADES DEL CACAO

2.1.1. ORIGEN DEL CACAO

La palabra cacao proviene del maya “kaj”, que quiere decir amargo y “kab” que quiere decir jugo; luego de sufrir una serie de transformaciones terminaron en “cacaotal” y finalmente en “cacao”. El cacao, *Theobroma cacao L.*, pertenece a la familia *Sterculácea*, género *Theobroma* y especie *cacao* (Enríquez, 2013).

Es originario de países de América del Sur, principalmente en aquellos ubicados sobre el Río Amazonas, es decir Colombia, Perú, Brasil y Ecuador. Sin embargo, gracias a la naturaleza nómada de los pueblos aborígenes, se difundió en países de Centro América; y posterior a la colonia, algunas plantas se llevaron a África para su producción (ICCO, 2013).

Investigaciones recientes han demostrado que efectivamente el cacao tiene origen sudamericano y específicamente ecuatoriano. En el año 2007 un equipo de investigadores ecuatorianos y franceses descubren en Palanda, provincia de Zamora Chinchipe, una botella que contenía una bebida elaborada con cacao, hecho que se deduce por los residuos de almidón que son procedentes de la pepa de cacao y que los investigadores descifran como la huella digital de una planta. Además de la botella se encontró un tiesto con residuos de un gránulo de almidón de cacao que data de hace 5300 años, evidenciándose de esta manera el consumo de cacao por parte de la cultura Mayo Chinchipe un milenio antes de aquellos restos encontrados en México (Páez & Espinosa, 2015).

2.1.2. CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DE LA PLANTA

El árbol de cacao es de tipo umbrófilo, es decir subsiste en lugares sombreados. Se ha llegado a esta conclusión ya que su desarrollo debe realizarse bajo otros árboles más grandes, con los cuales crea asociaciones biológicas; sin embargo existen excepciones, como la zona de Pichilingue (Ecuador) en donde crecen en plena exposición a la luz solar dando como resultado plantas de menor tamaño pero que florecen y fructifican más rápido. A pesar de esta excepción, la presencia de árboles de otra especie no solo tiene como objetivo reducir la luz, sino también proteger al árbol del viento, ya si éste tiene una velocidad superior a los 4 m/s provoca la caída prematura de las hojas, convirtiéndose así en un factor determinante (Enríquez, 2013).

Los árboles de cacao son relativamente pequeños ya que alcanzan una altura de 4 a 8 m, pudiendo alcanzar hasta los 15 m. Se desarrollan adecuadamente en el nivel inferior de la selva tropical, es decir a una altura promedio de 700 m.s.n.m. (Beckett, 2008). Los árboles comienzan a dar frutos después de los 3 o 5 años de sembrados, pero no es sino a los 6 o 7 años cuando alcanzan su pico máximo de rendimiento (Soledad & Zuriday, 2007).

2.1.3. CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DEL FRUTO

El cacao es un fruto encerrado en una mazorca de forma ovoide y sección pentagonal, puede ser lisa o verrugosa, la recorren 10 surcos longitudinales. Mide cerca de 20 cm de longitud y 10 cm de ancho, dicho fruto encierra de 20 a 40 semillas, envueltas en una pulpa rosada blanquecina ligeramente

ácida, conocida como mucílago, dentro de este se encuentra el grano de 2 cm de longitud (Soledad & Zuriday, 2007).

Las semillas de cacao, son de color púrpura o blanquizco, sin fermentar, y se parecen a las almendras exteriormente, además poseen un sabor amargo. La cáscara (testa) representa 10-14 % del peso seco de la semilla de cacao, mientras que el núcleo o cotiledón se compone de la mayor parte del restante 86-90 %. El cotiledón confiere sabores y aromas característicos de chocolate (Morales, García, & Méndez, 2012).

2.1.4. TIPOS DE CACAO

Mundialmente el cacao se puede clasificar de dos maneras; genéticamente y comercialmente. Genéticamente se clasifica en tres grandes grupos: criollo, forastero y trinitario como se observa en la Figura 1; mientras que comercialmente se clasifica en: cacao fino o de aroma y cacao a granel o común (Proecuador, 2013), sin embargo en el caso de Ecuador, surge una nueva variedad que por sus características organolépticas especiales se clasifica dentro de otro grupo genético, el cacao Nacional o cacao Arriba (Motamayor et al., 2008).



Figura 1. Clasificación de cacao: (a) Cacao Criollo, (b) Cacao Trinitario, (c) Cacao Nacional, (d) Cacao Forastero

(Cirad, 2014)

2.1.4.1. Cacao Criollo

Cultivado principalmente en los países de América Central, Venezuela, México y Ecuador, este tipo de cacao posee como características deseables: semillas de gran tamaño con bajo contenido de polifenoles, un aroma profundo y sabor delicado (Soledad & Zuriday, 2007). Se ha logrado las características mencionadas gracias al manejo milenario de este cultivo por parte del ser humano, pero éste manejo también ha provocado consecuencias negativas como la baja productividad y alta susceptibilidad a pestes y enfermedades (Páez & Espinosa, 2015).

2.1.4.2. Cacao forastero

Agrupado a un gran número de variedades, entre las cuales destacan: Amelonado que se cultiva principalmente en África Occidental, Amazonas en Brasil y el Arriba o Cacao Nacional cultivado única y exclusivamente en Ecuador; de estas variedades, el cacao amelonado es el más cultivado a nivel mundial (Proecuador, 2013). Los árboles de éste tipo de cacao son más vigorosos y tolerantes a enfermedades, producen semillas de color púrpura, aroma perfumado, sabor amargo y ligeramente ácidos (Soledad & Zuriday, 2007).

2.1.4.3. Cacao trinitario

Debe su nombre a que originalmente fue cultivado en la Isla de Trinidad, es un tipo de cacao híbrido, que resulta de cruzamientos espontáneos entre criollos y amelonados, adquiriendo características de ambos tipos de cacao (Enríquez, 2013). Produce granos medianos de mucho sabor y alta calidad, aunque de menor rendimiento que el forastero (Soledad & Zuriday, 2007).

2.2. PRODUCCIÓN DE CACAO EN ECUADOR

Ecuador es un país bendecido por su ubicación geográfica, al estar atravesado por la Línea Ecuatorial, recibe mayor tiempo de horas de sol que otros países; es por ello que posee una gran diversidad de productos agrícolas, cada uno de ellos con una calidad superior, igualmente con sus variaciones climáticas favorecen las actividades agropecuarias teniendo producciones abundantes en la mayoría de sus productos (Freire, 2015).

2.2.1. PRINCIPALES ZONAS DE PRODUCCIÓN

La producción de cacao en el Ecuador está distribuida en tres de sus cuatro regiones (Costa, Sierra y Oriente), además que se producen las tres variedades genéticas conocidas de cacao (Robert, 2010). Las plantaciones comerciales de cacao han tenido un incremento en los últimos 10 años como se observa en la Tabla 1, se prevé que en el año 2016 llegará a las 290 mil TM (Sinagap, 2015).

Tabla 1. Incremento de producción de cacao en Ecuador

Año	Superficie, Área Cosechada en ha	Producción en TM
2005	357 706	93 659
2006	350 028	87 562
2007	356 657	85 890
2008	376 604	94 300
2009	398 104	120 582
2010	360 025	132 100
2011	399 467	224 163
2012	390 176	133 323
2013	402 434	178 264
2014	420 000	240 000
2015	430 000	260 000

(Sinagap, 2015)

Todas las áreas cosechadas de cacao, contemplan la mayoría de provincias ecuatorianas, las cuales se pueden reflejar en la Figura 2.

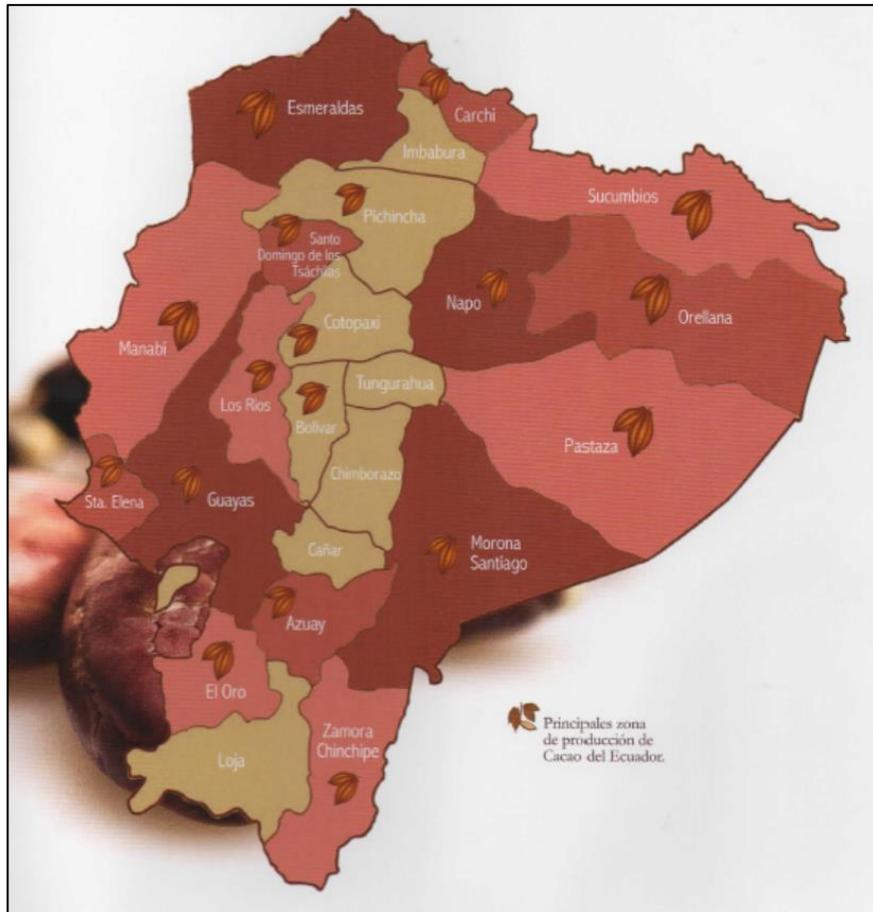


Figura 2. Principales zonas de producción de Cacao en Ecuador.

(Páez & Espinosa, 2015)

2.2.2. FACTORES ZONALES

Existen condiciones específicas que se deben cumplir para el crecimiento óptimo de las plantas, estas condiciones son de carácter geográfico, climático y ambiental. Sin duda alguna el factor geográfico es determinante ya que el árbol cacaotero crece únicamente en zonas comprendidas entre

los 20 ° latitud norte y 20 ° latitud sur desde la línea ecuatorial (Beckett, 2008).

Los factores climáticos críticos que limitan la zona de cultivo de cacao son la lluvia y la temperatura ambiental, aunque no son los únicos, ya que también influyen en su crecimiento factores como el viento, la humedad relativa y la altura en donde se cultiva (ICCO, 2013).

La temperatura mínima en la que se puede producir cacao es de 15 °C, aunque existe una excepción, las plantaciones de Sao Paulo en Brasil, en donde pueden crecer a 10 °C, sin embargo en dicha zona los rendimientos son muy bajos. No existe un límite superior de temperatura, se conoce que puede crecer hasta temperaturas mayores o iguales a los 27 °C (Enríquez, 2013).

La cantidad de agua es un factor determinante en el rendimiento de la plantación de cacao ya que un déficit de agua persistente genera la muerte de tejidos con la posterior caída de hojas y finalmente la muerte de la planta (ICCO, 2013). Por lo tanto la cantidad de lluvia que satisface al cultivo no excede los 1500 y 2500 mm en las zonas altas, y se reduce a las zonas bajas hasta los 1000 y 1500 mm en zonas frescas o valles altos (Caldas, 1998).

Un factor relacionado directamente con la precipitación o la cantidad de agua necesaria para el cacao es la humedad relativa del ambiente, es así que, según la ICCO (2013) es esencial una atmósfera húmeda y caliente para el desarrollo óptimo de los árboles de cacao, por lo tanto, la humedad debe ser mayor al 100 % durante el día y descender a 70-80 % durante la noche.

2.2.3. VARIEDADES DE CACAO CULTIVADAS EN ECUADOR

En Ecuador existen, además de todos los tipos de cacao nombrados previamente, dos variedades que por su importancia nacional e internacional merecen ser descritos de manera particular, éstas son: el clon CCN-51 y el cacao Nacional como se muestra en la Figura 3, cada uno de los cuales presenta sus propias características y propiedades que los hacen reconocidos a nivel mundial (Cirad, 2014).



Figura 3. Cacao nacional (Izquierda) y cacao CCN-51 (Derecha)

(Cirad, 2014)

2.2.3.1. Cacao CCN-51

Cacao Ramilla es el nombre común con el que se conoce a la variedad CCN-51, sin embargo, sus siglas corresponden a Colección Castro Naranjal 51. Este tipo de cacao es un híbrido resultante de la mezcla de tres variedades: Nacional, Trinitario y un cacao conocido como Oriente 1, que se produce en la amazonia. Sus granos poseen un alto contenido de manteca, un perfil de aroma y sabor que supera al cacao amelonado. Por estas características y los altos rendimientos éste cultivo se ha extendido a Colombia y Perú (Páez & Espinosa, 2015).

Los frutos poseen una coloración rojiza en su estado de desarrollo y en su madurez, además de su alto contenido de manteca, ésta variedad se caracteriza por su capacidad productiva, siendo cuatro veces mayor a las producciones del cacao nacional y también por su resistencia a enfermedades y plagas (Anecacao, 2015).

2.2.3.2. Cacao Nacional, Fino de aroma o Cacao Arriba

A pesar de que por mucho tiempo se ha clasificado al cacao Nacional dentro del grupo de cacaos forasteros, estudios recientes demuestran que consiste en un grupo genético por sí mismo con diferencias marcadas de otros tipos de cacao (Motamayor et al., 2008).

Las características especiales del cacao Nacional se dan únicamente bajo las condiciones geográficas y climáticas del Ecuador; además por los toques frutales y florales que presenta se lo califica como un Cacao Fino y de Aroma (Páez & Espinosa, 2015).

A nivel mundial, el cacao Nacional es conocido también como “Cacao Arriba” debido a que se cultiva en la zona alta de la cuenca de los ríos Daule y Babahoyo, los mismos que conforman el Río Guayas; y era transportado hasta el puerto de Guayaquil para su exportación (Proecuador, 2013). El cacao Nacional es la única variedad de cacao en el mundo que ostenta una denominación de origen que identifica su sabor, para lo cual se establece en la denominación de origen que debe ser sembrado a una altitud máxima de 1 200 m.s.n.m., como se especifica en el Instituto Ecuatoriano de Propiedad Intelectual (IEPI) (Quingaísa & Riveros, 2007).

Actualmente Ecuador está en un proceso de cambio, en el que el gobierno de turno ha implementado proyectos y programas que se han enfocado en el cacao Nacional fino de aroma, a pesar de que la variedad CCN51 por su mayor rendimiento y su diferencia de costos como se verifica en la Tabla 2, es preferida para los pequeños agricultores (Freire, 2015).

Tabla 2. Diferencias de costos y rendimientos entre cacao nacional e híbrido CCN51.

INVERSIÓN	CACAO NACIONAL			CCN-51		
	# de plantas por Hectárea	Unidad Medida	Costo Total	# de plantas por Hectárea	Costo unitario	Costo Total
Labores de limpieza y preparación de terreno	830	ha	180	2500	ha	180
Balizado		Jornales	30		Jornales	60
Hoyado		Jornales	75		Jornales	150
Planta de cacao		Plantas	373,5		Plantas	1000
Plantas de plátano		Plantas	166		Plantas	-
Plantas sombra permanente		Plantas	2,25		Plantas	-
Siembra de Cacao		Jornales	105		Jornales	210
Siembra sombra temporal (Plátano)		Jornales	-		Jornales	-
Riego		Hectáreas (aspersión)	\$ 1.100,00		Hectáreas (goteo)	\$ 2.000,00
		TOTALES	\$ 2.031,75		TOTALES	\$ 3.600,00
MANEJO						
Control de Malezas	1 Ha/año	ha	225	1 Ha/año	ha	225
Podas		Jornales	700		Jornales	2.000,00
Control Fitosanitario		Jornales	100		Jornales	100
Fertilización		Jornales	200		Jornales	600
Manejo Sombra Temporal		Jornales	100		Jornales	-
	TOTALES	\$ 1.325,00	TOTALES	\$ 2.925,00		

(Freire, 2015)

2.2.4. PRODUCCIÓN DE CACAO FINO DE AROMA EN EL ECUADOR

El cacao en el Ecuador es uno de los productos símbolo más significativos, durante un siglo fue una gran medida socioeconómica alrededor del mercado internacional, Ecuador produce cerca del 70 % de la producción

mundial de cacao fino de aroma, convirtiéndonos en el país de mayor aporte en la producción del mundo (Anecacao, 2014).

La producción de cacao se duplicó en el país en 1880, llegando a las 15 000 TM, y durante la década de 1890, Ecuador se convierte en el principal exportador mundial de cacao, dinamizando la economía y gracias a ello se crean los primeros bancos del país (Proecuador, 2013).

En 1920 las plantaciones de cacao fueron devastadas por varias enfermedades, entre las principales: la escoba de bruja y la monilla, que mermaron la producción, y fue cuando se inició el auge bananero (1969) y el petrolero (1972), sin embargo el cacao en grano y sus derivados se han mantenido como una fuente principal de ingresos para el país (Rosero, 2002).

La demanda de cacao es impulsada por el mercado mundial de productos de confitería de chocolate. Se considera que la demanda con respecto al cacao es prometedora en la actual economía, debido a que el mercado asiático está en un crecimiento, lo que crea un alentador entorno comercial para el sector cacaotero, en dónde los actuales países productores no podrían satisfacer la demanda (Unitedcacao, 2015).

Debido a la creciente demanda, la producción mundial de cacao ha generado un crecimiento, pasando de 3.37 millones de TM producidas en el año 2000 a 5 millones de TM en el 2012, registrando una tendencia de crecimiento de 48.31 % (MAGAP, 2013).

Ecuador posee 373 400 has sembradas de cacao, a lo largo de todas sus regiones, en dónde la mayor cantidad de producción se encuentra en la región costa en las provincias de: Guayas, Los Ríos, Esmeraldas, Manabí y

El Oro (Chávez, León, Ruíz, Averos, & Peralta, 2011), el 80 % del total exportado corresponde al producto en grano, de este porcentaje el 98 % corresponde a las variedades fino y de aroma (González, 2007).

En el sub sector de cacao fino de aroma, Ecuador representa el 62 % con 200 000 TM producidas, lo que lo sitúa en primer lugar como productor y exportador superando a Brasil en América Latina, asumiendo las dos terceras partes de lo que se produce mundialmente, en la actualidad, se espera dar un valor agregado al producto y exportarlo como derivados (pasta de cacao, manteca de cacao, torta de cacao, polvo de cacao, etc) o a su vez como un producto final como chocolate (AméricaEconomía, 2012).

2.3. MATERIA PRIMA

2.3.1. SUBDIVISIÓN DE CACAO FINO DE AROMA

El cacao en el mercado internacional se clasifica en dos tipos: finos (poseen un sabor y aroma característico) y ordinarios (favorecen un alto rendimiento industrial para semielaborados). Los cacaos finos representan el 4% de la producción mundial, constituyen un ingrediente imprescindible para productos gourmet y otras especialidades. Ecuador es el principal productor mundial del cacao nacional fino de aroma (Amores, Jiménez, & Peña, 2014).

Se debe tener en claro que para aprovechar la productividad de las plantaciones, depende del manejo que se le facilite al cultivo; el cacao de cualquier variedad responde al manejo que adopte, si el cultivo se lo realiza con un manejo apropiado, aplicando las labores necesarias, se tendrá un resultado positivo, en el rendimiento por ha (Freire, 2015).

El cacao ecuatoriano, bajo la clasificación Arriba, denominación de Origen obtenida en la decisión Andina 486, ART. 201 (FAO, 2014). Presenta mediante la Norma INEN 176 los requisitos de calidad del cacao fino de aroma, en dónde indica también la subdivisión en la que se encuentran los siguientes tipos de cacao: ASSPS, ASSS, ASS, ASN, ASE cuyos requisitos se detallan en la Tabla 3.

Tabla 3. Requisitos de calidad del cacao Fino de Aroma beneficiado

REQUISITOS	UNIDAD	ARRIBA				
		A.S.S.P.S.	A.S.S.S.	A.S.S.	A.S.N.	A.S.E
Cien granos pesan	g	135-140	130-135	120-125	110-115	105-110
Buena fermentación (mín.)	%	75	65	60	44	26
Ligera fermentación* (mín.)	%	10	10	5	10	27
Violeta (máx.)	%	10	15	21	25	25
Pizarroso (pastoso)(máx.)	%	4	9	12	18	18
Moho (máx.)	%	1	1	2	3	4
TOTALES (análisis sobre 100 pepas)	%	100	100	100	100	100
Defectuosos (análisis sobre 500 gramos)(máx.)	%	0	0	1	3	**4
TOTAL FERMENTADO (mín.)	%	85	75	65	54	53
A.S.S.P.S.	Arriba Superior Summer Plantación selecta					
A.S.S.S.	Arriba Superior Summer Selecto					
A.S.S.	Arriba Superior Selecto					
A.S.N.	Arriba Superior Navidad					
A.S.E	Arriba superior Época					
*Coloración violeta						
** Se permite presencia de granza solamente para el tipo A.S.E						

(INEN, 2006)

2.3.2. PROCESAMIENTO POS COSECHA

De acuerdo con la Unitedcacao (2015), los patrones internacionales para cacao, solicitan que el grano de calidad sea fermentado, completamente seco, libre de olores extraños, y limpio, es decir libre de insectos, granos

partidos, fragmentos y partes de cascarilla, además con un tamaño uniforme en la mayoría de sus granos.

El término de calidad está vinculada con la característica de la materia prima, que esta a su vez abarca varios aspectos, algunos comparables como la dureza, el tamaño del grano y su composición, y existen otros aspectos mensurables de difícil medición como el aroma y el sabor (Quintero & Díaz, 2004).

Un desarrollo importante de compuestos volátiles en las almendras de cacao, fundamentalmente constituidas por alcoholes, aldehídos y cetonas; son evidenciados en el aroma, teniendo su origen en la pos cosecha, por lo que es esencial la fermentación y secado para su posterior composición aromática (Portillo et al., 2009).

2.3.2.1. Fermentación

La fermentación es un proceso de suma importancia en relación a la calidad del sabor y aroma del cacao, se produce en dos etapas:

- **Pre fermentación:** radica en almacenar los frutos en cajas de madera durante 5 días, en donde se efectúan los procesos bioquímicos, en especial la fermentación de los azúcares, transformándose en alcohol y ácido acético; aumentando la intensidad de sabor por lo tanto mejorando al grano para su posterior etapa de fermentación (Reyes, Vivas, & Romero, 2000).
- **Fermentación:** empieza desde el tercer día en adelante, en el que ya es una fase aeróbica. La pulpa se escurre y se somete a una fase de

aireación volteando la masa en sus 48 horas siguientes, el ácido acético penetra al grano a través de la cáscara, conjuntamente con las altas temperaturas (50°C), produce cambios que son precursores del sabor a chocolate, con ello se interrumpe la estructura molecular interna y ocurre la muerte del grano (Lambert, 2012).

A medida que mayor sea el tiempo de fermentación, se reduce el sabor astringente y desagradable; además su color pasa de púrpura a café; sin embargo una sobre fermentación produce distinto tipo de malos olores (Barragán & Rey, 2004). Según Lambert (2012) el tiempo de fermentación para el cacao nacional oscila entre los 2 y 3 días; mientras que para el forastero y trinitario deberá permanecer entre 5 a 7 días.

2.3.2.2. Secado

El secado es un proceso que se realiza posterior a la fermentación, en donde se reduce el exceso de humedad, evitando la proliferación de mohos, facilitando además el procesamiento y almacenamiento de los granos de cacao (Ortiz, Graziani, & Rovedas, 2009).

Los métodos de secado principalmente difieren entre los pequeños agricultores, los cuales manejan el secado natural como se muestra en la Figura 4, el cual consiste en exponer las almendras fermentadas sobre una superficie de cemento con una leve inclinación, con protección para la noche y la lluvia, para que con ello y el calor del sol, elimine toda la humedad excesiva del proceso anterior, hasta llegar a una humedad de 7,5%, en este tipo de secado hay gran riesgo de contaminación por parte de animales de la granja, roedores y demás impurezas que se puedan propagar en las almendras (Ching lik, Law, & Cloke, 2008).



Figura 4. Secado natural

(CacaoTour, 2015)

Los grandes agricultores, poseen sistemas artificiales de secado como se indica en la Figura 5, los cuales se realizan en una cámara giratoria, la cual tiene instalado unos tubos que conducen el humo caliente provocado de la combustión de la madera; los principales problemas que posee este sistema radica en que el humo puede afectar tanto en el aroma como en el sabor de la almendra, además que por su corto tiempo, los granos quedan con su acidez y astringencia (Beckett, 2008).

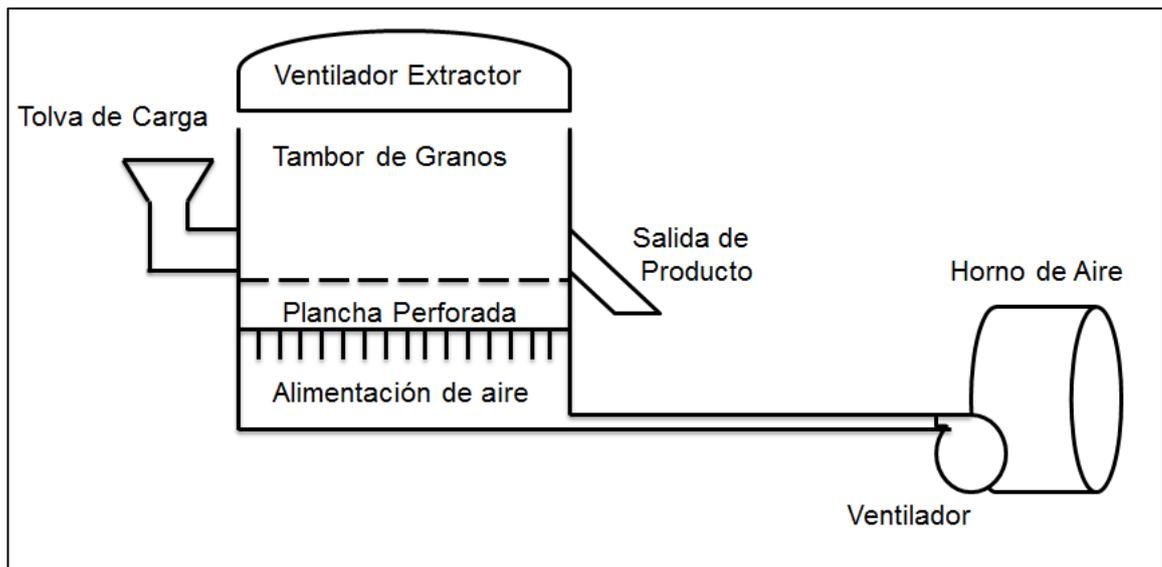


Figura 5. Sistema de Secado Artificial

(Minifie, 2012)

Mohr (1970) citado por (Minifie, 2012) concreta que los granos de cacao deben secarse a temperaturas relativamente bajas, con ello se asegura que el secado será uniforme en todo el grano, además que con ello se elimina las sustancias volátiles perjudiciales para el aroma final del chocolate.

2.4. LICOR, PASTA O MASA DE CACAO

2.4.1. DEFINICIÓN

Según la norma técnica ecuatoriana INEN (1988), la pasta de cacao, también conocida como licor o masa de cacao; es el producto que se obtiene de la desintegración mecánica del cacao fermentado, seco, limpio, tostado y descascarillado, realizado bajo condiciones sanitarias adecuadas. Guerrero (2006), añade que es una pasta de color café, resultado de la molienda del grano tostado, sin añadir o separar algún componente por lo que las características físico químicas del licor de cacao no difieren en su composición de manera como se observa en la Tabla 4.

Tabla 4. Características Físico Químicas del Licor de Cacao

COMPONENTE	PORCENTAJE
Grasa	53.05 %
Polifenoles	7.54 %
Almidón	6.10 %
Humedad	3.65 %
Nitrógeno Total	2.28 %
Pectinas	2.25 %
Fibra	2.09 %
Nitrógeno Proteico	1.50 %
Teobromina	1.71 %
Cafeína	0.08 %
Carbohidratos	1.88 %
Ácidos (Acético y Oxálico)	0.03 %

(De Jesús Morales, García, & Méndez, 2012)

Los procesos a los que son sometidos los granos de cacao para lo obtención de licor de cacao se muestran en la Figura 6, en dónde los proveedores facilitarían el tratamiento pos cosecha del grano (fermentado y secado).

2.4.2. PROCESOS PARA SU OBTENCIÓN

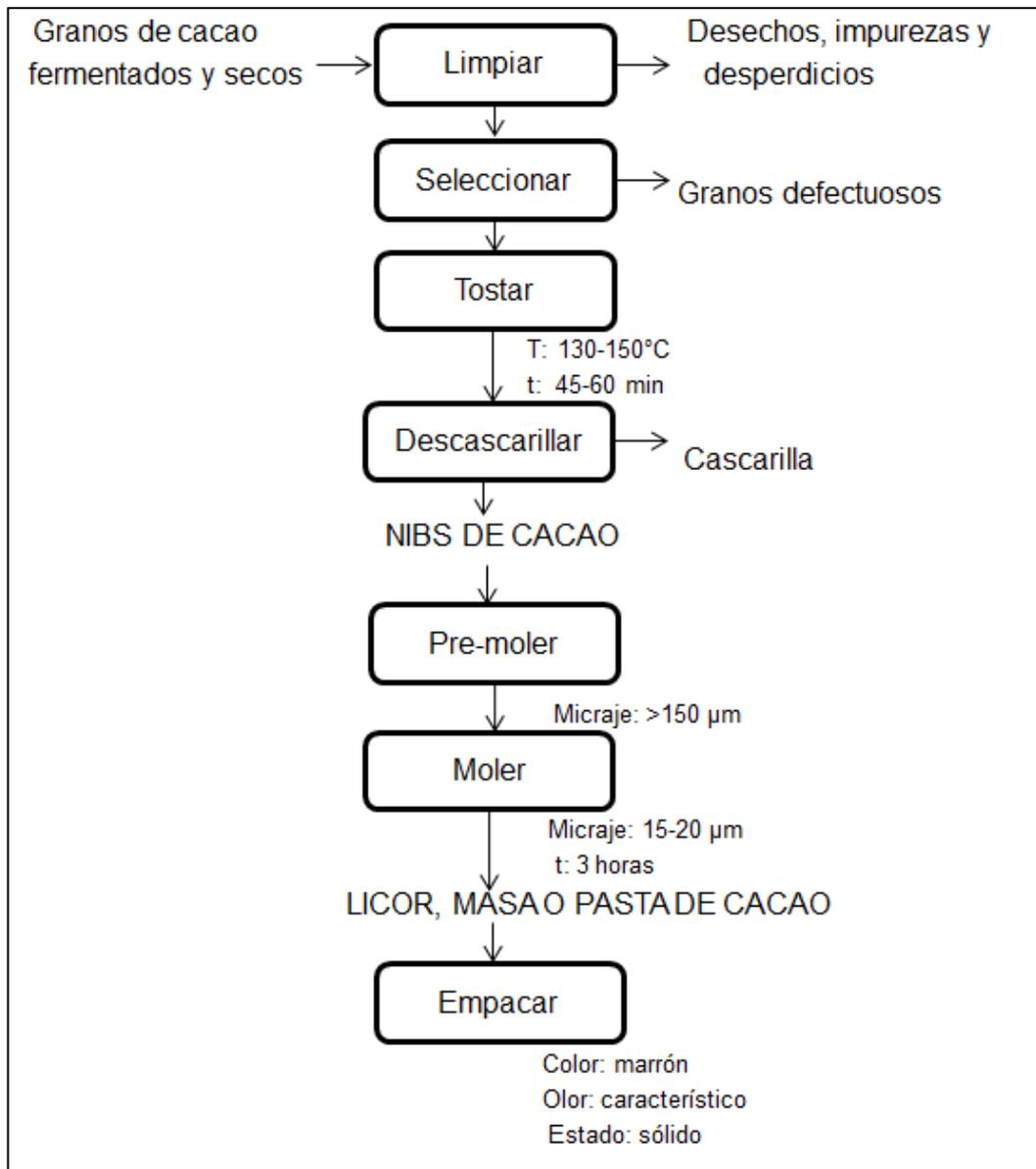


Figura 6. Diagrama de proceso para la obtención de Licor de Cacao

2.4.2.1. Limpieza Mecánica

A pesar de recibir un cacao beneficiado, es necesario realizar una selección de los granos, con el objetivo de eliminar todos los materiales extraños que pudieron añadirse al momento de la recolección, que normalmente contienen piedras, plumas, arena, entre otros (Soledad & Zuriday, 2007).

2.4.2.2. Selección Manual

Posterior a la limpieza de materias extrañas, se realiza una selección manual para apartar las almendras que se han dañado o que han sufrido un deterioro en la superficie como perforaciones, cortes que pueden haber estropeado a los granos en la recolección (Beckett, 2008).

2.4.2.3. Tostado

Es el proceso más importante dentro de la manufactura en dónde se puede definir la calidad del grano en el proceso industrial, clarificando el gusto y el aroma para el producto final (Díaz, Pinoargote, & Castillo, 2013).

Este proceso debe subdividirse en dos etapas; en la primera etapa se debe someter a una temperatura inicial que no exceda los 100 °C por un tiempo de 25 min, en este rango de tiempo la humedad del cacao desciende a 2 y 3 %; en la segunda etapa la temperatura se eleva hasta 150 °C, durante un periodo de 20 a 35 min (Minifie, 2012).

La influencia de las altas temperaturas contribuye a los cambios tanto físicos como químicos, que alteran significativamente sus propiedades. El tostado

produce el aroma característico del chocolate, además de la pérdida de humedad, ácidos volátiles, así como también una profundización del color marrón en el grano (Krysiak, 2011).

Este aumento de temperatura, confiere al cacao el desarrollo de sus especiales características sávido-aromáticas, el desprendimiento de la testa, y la eliminación toda clase de contaminantes microbiológicos, principalmente la Salmonella; muchos autores presentan este proceso dentro de los puntos críticos de control; es decir que es un proceso en el que se debe tener una controlada temperatura durante una serie de rangos de tiempo determinados, para mantener una trazabilidad en los siguientes procedimientos a someterse (Beckett, 2008).

2.4.2.4. Descascarillado

El equipo utilizado para el proceso se lo conoce como descascarilladora, en donde realiza un triturado al grano para separar su cáscara, y mediante un flujo de aire y vibradores tamizan las partículas para que se extraigan por distintas pestañas dependiendo del tamaño de los nibs (Cortés, 2014).

El funcionamiento de la descascarilladora se basa en tres etapas: la ruptura de granos de cacao (conjuntamente con la cascarilla), separación de cascarilla mediante flujo de aire, y debido a la diferencia de densidades ocurre la separación los trozos de cacao denominado nibs de cacao (Guerrero, 2006).

La cantidad de cascarilla obtenida de un grano de cacao, oscila el porcentaje entre 11 % y 13 % del peso con diferencia al cotiledón (Perea, Ramírez, & Villamizar, 2011)

2.4.2.5. Pre molido

Las nibs de cacao pasan al pre molido, el cual es diseñado con dos discos con pines ubicados concéntricamente e intercalados con espacios y distancias exactas. Los discos se mueven en sentido contrario entre sí, a 3540 rpm, al pasar los nibs por el sistema, se convierten en una pasta semifluida debido a la gran cantidad de grasa en su composición, y se descarga en su interior en una tolva de desfogue (Betancourth, 1989).

El licor de cacao obtenido del pre molido, es pastoso, posee un sabor amargo, y tiene un tamaño de grano de 100 a 250 μm , lo que facilita el tiempo de proceso para el siguiente molido (Cortés, 2014).

2.4.2.6. Molido

El objetivo de la siguiente molienda es reducir el tamaño de las partículas; por su composición nutricional se sabe que al menos el 50 % de su contenido es graso, por ende con la fricción realizada y la elevada temperatura de trabajo, se transforma en una pasta fluida llamada “Licor de cacao” (Plúa & Cornejo, 2008).

La mayoría de empresas de procesamiento de cacao utilizan el molino de bolas para esta etapa, solo puede moler líquidos, por lo tanto es necesario que haya un pre molido previo a este proceso. Los molinos de bolas poseen una cámara en donde contienen un gran número de bolas (pueden ser de acero inoxidable), que se hacen para rebotar una contra otra, ya sea por volteo o por una rotación con ejes centrales como se puede observar en la Figura 7, en donde el impacto de las bolas hacen que cualquier partícula atrapada entre ellas sea triturada por aplastamiento, lo que causaría la

reducción del tamaño de partículas hasta llegar a 20 μm , dependiendo de las revoluciones por minuto a las que giren los ejes centrales y del tiempo de exposición a este (Beckett, 2008).

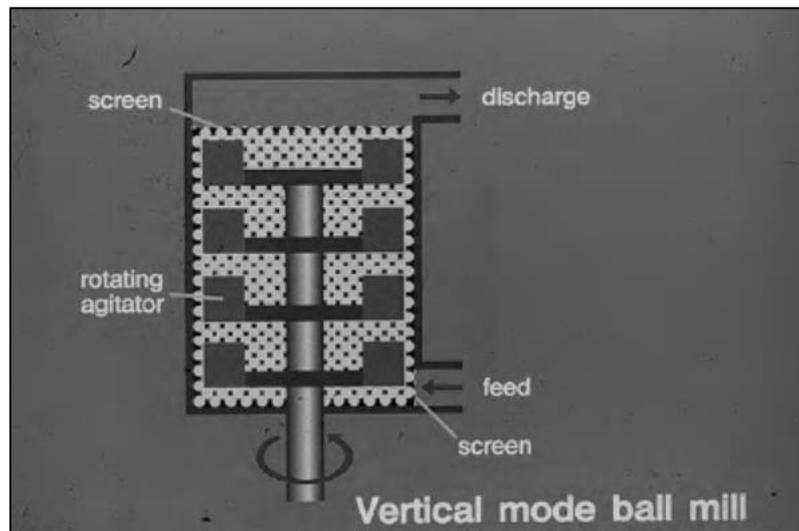


Figura 7. Molino de Bolas con ejes centrales

(Beckett, 2008)

El calor generado por la fricción en la molienda, derrite la grasa que existe en el contenido del cacao, de ahí procede el nombre “licor de cacao”, también denominado “pasta de chocolate” o “chocolate repostero no edulcorado” por su maleabilidad al salir del molino.

2.4.2.7. Empaque

Según la norma INEN (1988) NTE 623, correspondiente al licor, masa o pasta de cacao; el envasado debe realizarse con un material resistente a la acción del producto, de tal manera que no altere su composición y su calidad organoléptica al momento del almacenaje, transporte y comercialización.

Al ser un producto procesado, es a su vez materia prima que se comercializa en fundas de polietileno de baja densidad como envase primario, y cartones corrugados como envase secundario, empacándose en bloques una cantidad neta de 25 kg, que facilita su transporte y su almacenaje (Ayoví, 2006).

2.5. INGENIERÍA EN PROCESOS PRODUCTIVOS

Son una parte importante de la ingeniería industrial que se encarga del diseño, puesta en marcha, gestión y mejora de los procesos productivos que dan como resultado final las características deseadas de un producto (Suñé, Gil, & Arcusa, 2004).

La ingeniería de procesos alimentarios comprende las actividades humanas que por medio de los conocimientos naturales, físicos y económicos se aplican a productos agrícolas para modificar su composición, mediante la construcción y el funcionamiento de instalaciones de la forma más económica (Ibarz & Ribas, 2005).

Para verificar un proceso es necesario conocer sus entradas, la secuencia de actividades con varios factores (personal, método, recursos), y sus salidas deben ser medibles o evaluables (Escobar, Guardado, & Nuñez, 2014), por ende para realizar un sistema de procesamiento es necesario conocer su capacidad productiva y energética.

2.5.1. BALANCES DE MASA Y ENERGÍA

Son los métodos o herramientas que representan una importancia vital en la industria alimentaria ya que son fundamentales para contabilizar la materia

que entra y sale en un proceso verificando el rendimiento de los productos y reduciendo el consumo de energía (Valderrama, 2011). En la Figura 8 podemos verificar los principios básicos de los balances de masa y energía.



Figura 8. Balance de Masa y Energía

(Valiente, 2012)

2.5.1.1. Balance de masa

El balance de masa muestra el cálculo de materiales y componentes que intervienen en cada proceso del sistema, ayudando a identificar la cantidad a obtener de un producto determinado. Se basa en la ley de conservación de materia en la que menciona que “La materia no se crea ni se destruye, solo se transforma” (Himmelblau, 1997b).

Los balances de masa pueden realizarse total o parcialmente según se requiera; los balances totales se contabilizan desde la materia que ingresa y se verifica el producto que se obtiene del proceso, mientras que los balances

de masa parciales buscan contabilizar la masa de un componente específico entrante el cual puede ser: humedad, impurezas, grasa, proteína, entre otros (Valiente, 2012).

En la Figura 9 se muestra el esquema para calcular el balance de masa de cada proceso, en donde las corrientes 1, 2 y 3 son las corrientes de entrada; la corriente 4 es la corriente de salida (CICUS, 2014)

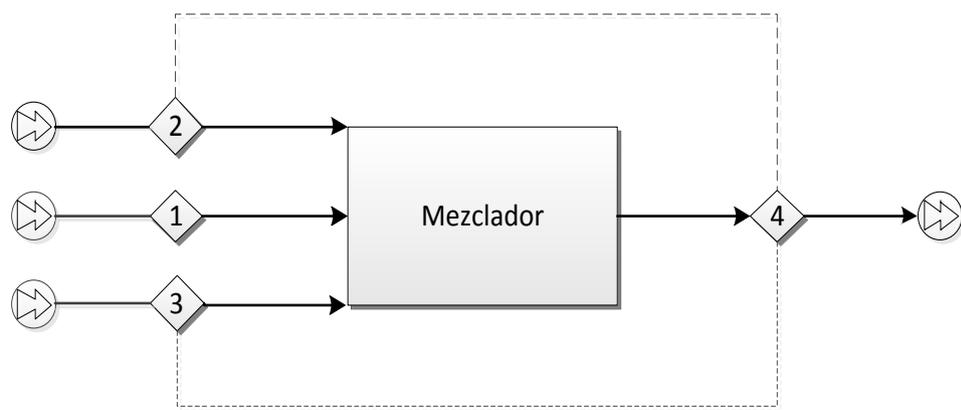


Figura 9. Balance de masa de un proceso de Mezclado

(CICUS, 2014)

Balance Total:

$$M1 + M2 + M3 = M4 \quad [1]$$

2.5.1.2. Balance de energía

El balance de energía tiene como objetivo principal reducir la cantidad energética consumida en un proceso; al igual que el balance de masa se basa en la ley de conservación de materia, el balance de energía se basa en la ley de la conservación de la energía (Himmelblau, 1997b).

El balance de energía para un proceso se expresa en forma de ecuación 2, la cual considera 6 tipos de energías: Trabajo (W), que es la energía transferida entre el sistema y sus alrededores, el trabajo realizado entre los estados inicial y final de un proceso puede tener cualquier valor dependiendo la energía utilizada. Energía cinética (Ec), que es la energía que posee un sistema a causa de su velocidad relativa con los alrededores. Energía potencial (Ep), definida como la energía que posee un sistema debido a la fuerza que ejerce el campo gravitacional sobre la masa de un cuerpo con respecto a la superficie de referencia. Calor (Q), es la parte del flujo de energía total a través de un límite del sistema que se produce por la diferencia de temperatura entre el sistema y su entorno. Energía interna (U), es la medida macroscópica de las energías molecular, atómica y subatómica. Y entalpía (H), que es la combinación de las variables presión y volumen.

$$W_1 + Ec_1 + Ep_1 + H_1 = Q_2 + Ec_2 + Ep_2 + H_2 \quad [2]$$

Además, para el cálculo de cada energía mostrada en la fórmula 2, se consideraron las fórmulas 3, 4, 5, 6, 7 detalladas a continuación:

$$Ec = \frac{1}{2} m * v^2 \quad [3]$$

Donde;

Ec: Energía cinética

m: Masa

v: velocidad

$$Ep = m * g * h \quad [4]$$

Donde;

Ep: Energía potencial

m: Masa

g: Gravedad

h: Altura

$$Q = m * Cp * \Delta T \quad [5]$$

Donde;

Q: Calor

m: Masa

Cp: Capacidad calorífica

ΔT : Variación de temperatura

$$H = U + pV \quad [6]$$

Donde;

H: Entalpía

U: Energía interna

p: Presión

V: volumen

Los balances de masa y energía son estrictamente necesarios para la identificación de la capacidad de producción requerida y la cantidad energética de la misma, además para la verificación de los rendimientos empresariales (Himmelblau, 1997b).

2.5.2. INDICADORES DE GESTIÓN

En un sistema de producción los indicadores de gestión son de vital importancia, en especial para la implementación de los procesos productivos, ya que trabajan con parámetros establecidos y se mide mediante índices cuantitativos (Sampedro & Cañete, 2004).

Un indicador debe ser simple y lo más ilustrado posible respecto a lo que se quiere medir, ya que debe ser congruente con la fórmula utilizada (Suñé, et al., 2004). La ecuación 7 muestra la base que compone la fórmula de un indicador.

$$\frac{\text{Lo que se hizo}}{\text{Lo que se solicitó}} * 100 \quad [7]$$

El numerador y el denominador siempre deben tener las mismas unidades para el correcto funcionamiento de la fórmula, su valor se obtiene en porcentaje (Sampedro, et al., 2004).

2.5.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño de experimentos es la aplicación de un conjunto de técnicas estadísticas con la finalidad de generar conocimiento acerca de un proceso o

un sistema, permitiendo así, entender mejor las relaciones de causa-efecto en situaciones complejas (Saltos, 2008)

Por otro lado, el experimento es el cambio de condiciones de operación al cual se somete un sistema o proceso, con el propósito de medir el efecto que causa esta variación sobre las propiedades del producto final (Gutiérrez & De la Vara, 2004).

Un diseño de experimento consta de variables, factores, niveles y tratamientos. A través de la variable de respuesta se evidencia el efecto o los resultados de las pruebas experimentales. En cambio, los factores son variables de clasificación que puede ser controlables o no controlables, por ejemplo los factores controlables pueden ser el tiempo, la temperatura de un sistema cerrado, velocidad, etc.; mientras que los no controlables pueden ser la humedad de ambiente, ruido, partículas, etc. Por último, los niveles son los valores asignados a cada factor y la combinación de los niveles de todos los factores son conocidos como tratamientos (Saltos, 2008).

Dentro de los diseños experimentales se tiene el diseño factorial, cuyo objetivo es estudiar el efecto de varios factores sobre las variables de respuesta. Por ejemplo, en un diseño factorial 2^k , la letra k es el número de factores de cada nivel y el número 2 indica los niveles con los cuales se está trabajando; cabe mencionar que el diseño 2^k es también conocido como A x B, donde A y B son los factores controlables (Gutiérrez et al., 2004).

La elección del tamaño de muestra dependerá de las diferencias esperadas entre tratamientos. Según Saltos (2008) en los procedimientos microbiológicos por su alto valor de costos, la cantidad de muestra debe cumplir con 2 réplicas. En los resultados físico químicos mientras menor

diferencia esperada haya entre los tratamientos, mayor será la cantidad de réplicas, tomando en cuenta un mínimo de 5 réplicas (Gutiérrez et al., 2004).

2.5.4. ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS

La estandarización de los procesos se realiza para lograr un resultado en el producto que presente características y calidad homogénea. Un proceso que presente las mismas condiciones de trabajo, facilita los mismos resultados en el producto final, para ello es necesario estandarizar materiales, maquinarias, equipos, métodos de trabajo, procedimientos de trabajo y habilidad de la gente (López, Jané, Tamés, & Encinas, 2003).

La estandarización es la garantía de las especificaciones de los contenidos del trabajo, la cual sirve para verificar que los procesos de un sistema sean correctamente instalados y operados para cumplir con los resultados esperados (Rodríguez, 2005).

Para estandarizar un proceso se debe tomar las siguientes consideraciones: definir su flujo; identificar procesos críticos; estandarizar los procesos críticos administrando documentación con responsables a cargo; ejecutar y monitorear el proceso; hacer partícipes a todos los trabajadores evidenciando los procedimientos en forma detallada; y finalmente mantener pendiente una mejora continua por lo menos cada 6 meses (Andrade, 2007).

2.5.5. VALIDACIÓN DE PROCESOS

Es la evidencia documentada que proporciona un alto grado de aseguramiento de que un proceso específico, consistentemente produce un

producto que cumple con las especificaciones y características de calidad predeterminadas (Sena, 2014).

Según Rodríguez (2004) los tipos de validación pueden ser:

-Validación prospectiva: se lleva a cabo durante la etapa de desarrollo, antes que un producto sea lanzado al público verificando aspectos implícitos en el procedimiento como las normas BPM's.

-Validación concurrente: el producto es validado durante el proceso de producción, asegurando que el proceso opera según los parámetros establecidos.

-Validación retrospectiva: validación de un proceso para un producto ya en distribución basada en datos acumulados de prueba y control.

- Revalidación: es realizar la validación de un proceso que ya fue validado anteriormente, ya sea por cambio de especificaciones o cambios de parámetros en la producción

.

-Validación recurrente: tipo de proceso de evaluación que debe repetirse después de un tiempo determinado.

3. METODOLOGÍA

3. METODOLOGÍA

3.1. IDENTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE MAQUINARIA E INSTALACIÓN

3.1.1. MERCADO

El presente trabajo inició con la recolección de la información correspondiente al mercado, la cual se obtuvo de una revisión documental facilitada por la organización, en dónde se encontró que se habían identificado los elementos de alcance, principalmente basados en la demanda que cubrirá el producto.

Los archivos proporcionados por la empresa, demostraron varios parámetros de información entre los cuales se pudo tener una noción más clara del mercado, definiendo con ello varias características como la ubicación, segmentación, población y la cantidad de la demanda del mercado para la que fue instalada la línea de producción; incluyendo además las especificaciones con las cuales debe ingresar el producto.

3.1.2. REQUERIMIENTO DE MATERIALES

Se remitió al análisis de los documentos de la empresa, en donde se determinó, que el balance másico previo fue insuficiente por lo que para este estudio fue necesario robustecer la información con mayor cantidad de corrientes y composiciones específicas, partiendo de la producción mensual basada en la revisión documental verificada del mercado, la que se determinó como la base de cálculo.

El desarrollo del balance másico se realizó para evaluar las diferentes corrientes del proceso. De acuerdo a Himmelblau (1997a) fue necesario realizar un protocolo de cálculo, en donde se nombró con letras del abecedario a las corrientes de entrada y salida de todas las etapas del proceso y se identificó la composición de las corrientes.

3.1.3. BALANCE DE MASA

Se desarrolló de acuerdo al apartado 2.5.1 de este estudio, en donde se mostró los niveles de análisis para la identificación de cada una de las corrientes del proceso, para identificar balances de materia para la línea de fabricación de licor de cacao.

Los cálculos de balance de masa se realizaron mediante cálculos matemáticos principalmente con resolución de ecuaciones considerando todos los elementos que participan en el proceso de cálculo (corrientes de entrada y de salida). En la Figura 10 se indica un ejemplo del proceso de limpieza, en el que se muestra el esquema que se utilizó para calcular el balance de masa del mismo, en donde la corriente A es la corrientes de entrada; y las corrientes B y C son las corrientes de salida; y como componente específico de impureza se representa (x).

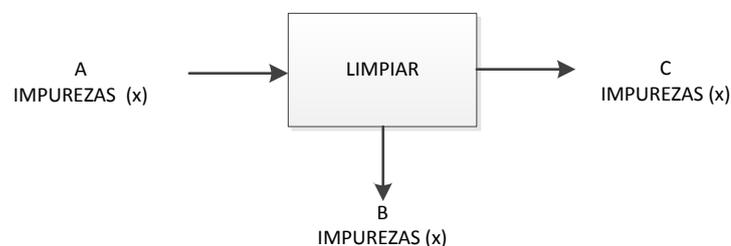


Figura 10. Balance de Masa

A continuación se muestran las Fórmulas 8 y 9 utilizadas para el cálculo de balance total de masa y por un componente específico respectivamente.

Balance Total:

$$A = B + C \quad [8]$$

Balance parcial de un componente (x):

$$A(x) = B(x) + C(x) \quad [9]$$

Se tomó en cuenta el subíndice (x) como la cantidad del componente a evaluar presente en cada corriente del proceso ejemplificado.

La compañía poseía un balance másico que no mostró la información total necesaria, por lo que se realizó un balance de masa para cada una de las corrientes de la línea de producción empezando desde la etapa de empacado ya que la información obtenida facilitó a realizar el balance de masa en reversa, es decir desde el último proceso del sistema. El propósito del balance de masa fue identificar las necesidades de procesamiento.

3.1.4. BALANCE DE ENERGÍA

Los balances energéticos existentes en la compañía, no contenían toda la información necesaria, por lo que fue obligatorio realizar nuevos balances energéticos.

Tomando en cuenta los datos obtenidos del balance de masa, se establecieron los requerimientos energéticos de cada máquina del proceso, permitiendo identificar la posible necesidad de instaurar máquinas o equipos auxiliares que contribuyan a una mejora en el sistema.

Partiendo de la Ecuación 2 mostrada en el apartado 2.5.1.2., correspondiente a la ecuación general del balance de energía, el estudio buscó determinar cuáles son los tipos de energía existentes en el sistema, para lograr determinar la cantidad de trabajo que el sistema requiere, por lo tanto cada proceso necesitó el análisis del tipo de energía que existe, para el ejemplo se tomó el proceso de tostado. Para este proceso: no existe energía cinética a la entrada del proceso, pero si durante este ya que se debe mantener un movimiento constante de los granos para evitar que se quemen; se necesita un calor para lograr tostar los granos; no existe energía potencial ya que la altura es nula, la entalpía es constante tanto a la entrada como a la salida por tanto se anula, por ende la Ecuación 10 sería la siguiente:



$$W_1 = Q_2 + Ec_2 \quad [10]$$

3.1.5. IDENTIFICACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPOS

Primeramente, se determinó una meta de producción mensual; basado en la misma se realizaron balances de masas y energía para cada proceso con el

propósito de establecer la capacidad y energía que cada máquina requiere para cumplir con el objetivo de producción.

Posteriormente, se procedió a solicitar las cotizaciones y especificaciones técnicas de maquinarias que cumplieron con los requerimientos necesarios a empresas nacionales e internacionales, la decisión de la maquinaria se realizó mediante un experto el cual recomendó a la empresa la decisión de cada una, considerando como criterio principal de selección la capacidad de producción, seguido de la capacidad energética y finalmente su precio.

3.2. DEFINICIÓN DE PARÁMETROS ÓPTIMOS DE PRODUCCIÓN

3.2.1. VARIABLES DE CONTROL

Se establecieron las variables de control de acuerdo a la norma INEN 623 conjuntamente con las especificaciones del producto estipulados por el cliente y por la empresa Valencorp Cía. Ltda.

3.2.2. PARÁMETROS ÓPTIMOS DE PRODUCCIÓN DE LOS PROCESOS CRÍTICOS

Los procesos críticos de control se establecieron verificando en que parte del sistema hay que ejecutar una inspección para alcanzar la seguridad del producto; basándose en los requisitos de normativas, requerimientos del cliente y factores de trabajo de la maquinaria que puedan influir sobre el resultado final.

Para determinar los parámetros óptimos en los procesos se realizó el análisis del diseño experimental tomando en cuenta diferencias significativas entre tratamientos analizando a la vez que dichos resultados se ajusten a los requerimientos teóricos.

3.2.3. Proceso de tostado

Las temperaturas y tiempos se eligieron basados en lo mencionado en el apartado 2.4.2.3, el cual indica que la temperatura del tostado puede realizarse a 130 °C y 150 °C, por un tiempo no mayor a 60 min. Según Plúa & Cornejo (2008) el tiempo es esencial para que el cacao no pierda los aromas, debe variar entre 45 min y 60 min para lograr cumplir con la especificación de humedad descrito por la norma (3 %). Las 5 réplicas establecidas se adoptaron al estudio mediante a lo descrito en el apartado 2.5.3.

Se aplicó un diseño experimental A x B, donde la variable de control A corresponde a la temperatura en dos niveles (130 y 150 °C) y la variable de control B corresponde a tiempo de tostado en dos niveles (45 y 60 min). Se realizaron 5 réplicas en cada tratamiento. La nomenclatura para cada tratamiento se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Tratamientos para el diseño experimental en el proceso de Tostado

Proceso	Tratamiento	Variables Independientes		Variables Dependientes
		Temperatura (°C)	Tiempo (min)	
Tostado	T1	130	45	Humedad (%)
	T2	130	60	
	T3	150	45	

	T4	150	60	
--	----	-----	----	--

El análisis de los datos se llevó a cabo con una tabla comparativa de medias mostrando el efecto de ambas variables independientes sobre las variables de respuesta conjuntamente con comparaciones por test de Tukey con significancia de 0.05 el mismo que se llevó a cabo en el programa InfoStat versión estudiantil.

3.2.4. Proceso de molido

Las variables definidas para el diseño experimental del proceso de molido; se tomaron en referencia las recomendaciones mencionadas en el manual de la maquinaria. La velocidad mencionada en el manual varía entre (150 y 200 rpm), de la misma manera para el tiempo se tomó la recomendación del manual de la maquinaria que menciona que el proceso puede establecerse de 120 a 180 min. Para cumplir con el requerimiento del cliente, se establecieron 3 tiempos los cuales fueron 120, 150 y 180 min.

Se basó en un diseño factorial A x B sabiendo que las variables independientes son velocidad (150 y 200 rpm) y tiempo (120, 150 y 180 min). Se realizó con 5 réplicas en cada tratamiento, lo que permitió conseguir una evaluación más precisa del efecto del factor. El análisis de los datos se llevó a cabo con una tabla comparativa de medias mostrando el efecto de ambas variables independientes sobre las variables de respuesta igualmente con comparaciones por test de Tukey con significancia de 0.05 el mismo que se llevó a cabo en el programa InfoStat versión estudiantil.

La nomenclatura respectiva para cada tratamiento estudiado se muestra en la Tabla 6. En primer lugar, y para poder determinar el mejor tratamiento de la molienda, se realizó el análisis de la mejor combinación para la etapa del tostado.

Tabla 6. Tratamientos para el diseño experimental en el proceso de Molido

Proceso	Tratamiento	Variables Independientes		Variables Dependientes
		Velocidad (rpm)	Tiempo (min)	
Molido	M1	150	120	Tamaño del grano (μm)
	M2	150	150	
	M3	150	180	
	M4	200	120	
	M5	200	150	
	M6	200	180	

3.3. DETERMINACIÓN DE LOS INDICADORES DE CONTROL

Una vez identificados los parámetros óptimos de producción se determinaron los indicadores de los procesos críticos, en cada uno de dichos procesos se establecieron indicadores para verificar los parámetros obtenidos en el apartado 3.2.

3.3.1. INDICADOR DEL PROCESO

3.3.1.1. Indicadores del proceso de tostado

Los indicadores del proceso de tostado se dividieron en dos: en el índice de humedad y en el índice de velocidad de tostado. Para la obtención de los índices del proceso de tostado, se generó un formulario en donde los empleados registraron las temperaturas obtenidas en la producción, de las cuales se tomó 5 valores por lote de producción y se realizó un promedio para comparar con la temperatura estándar. Para la velocidad del tostado se midieron los tiempos de tostado de un día de producción y de la misma

manera se registraron para realizar un promedio al final del día y poder comparar con el tiempo estándar. Las ecuaciones 11 y 12 se emplearon para medir el cumplimiento de los parámetros del proceso:

$$\text{Índice de Humedad} = \frac{\text{Temperatura promedio de tostado}}{\text{Temperatura estándar de tostado}} * 100\% \quad [11]$$

$$\text{índice de duración del tostado} = \frac{\text{Tiempo promedio de tostado}}{\text{Tiempo estándar de tostado}} * 100\% \quad [12]$$

3.3.1.2. Indicadores del proceso de molido

Los índices del proceso se dividieron en dos: en el índice de velocidad de molido y en el índice de duración de molido. Se generaron registros para poder evidenciar los datos generados, con ello se tomó 5 valores por lote de producción y se realizó un promedio para comparar con el dato estándar obtenido en el apartado 4.2. En las Ecuaciones 13 y 14 se emplearon para medir el cumplimiento de los parámetros de los procesos críticos es decir de tostado y molido respectivamente:

$$\text{Índice de velocidad del molido} = \frac{\text{Velocidad promedio de molido}}{\text{Velocidad estándar de molido}} * 100\% \quad [13]$$

$$\text{Índice de duración del molido} = \frac{\text{Tiempo promedio de molido}}{\text{Tiempo estándar de molido}} * 100\% \quad [14]$$

3.4. ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS

La estandarización de las operaciones productivas se realizó mediante la creación de un manual de procesos, para realizar un seguimiento de

cumplimiento de los parámetros establecidos. La elaboración del manual de procesos tomó como base el formato establecido por Rodríguez (2005), adaptándolo a las necesidades de la empresa, consta de los siguientes apartados:

3.4.1. INTRODUCCIÓN

En la que se presenta brevemente la empresa y el contenido del presente manual.

3.4.2. OBJETIVOS

Muestra la descripción del propósito que se desea conseguir con la creación del documento.

3.4.3. MARCO NORMATIVO

Se menciona el listado de las normativas en las que se apoyó como guía en la creación del documento.

3.4.4. CÓDIGOS DE REFERENCIA

Listado de códigos individuales de los formatos que componen parte de este manual.

3.4.5. SIMBOLOGÍA BPMN

Descripción de la simbología usada en la creación de los flujos de procesamiento de la línea de producción de licor de cacao.

3.4.6. FLUJO DE PROCESAMIENTO

Muestra los flujos de procesamiento de la línea de producción de licor de cacao, detallando las actividades que se realizan.

3.4.7. FICHA DE CARACTERIZACIÓN

Muestra las políticas de operación, la cadena logística y los recursos que se necesitan para la producción.

3.4.8. REGISTROS DEL PROCESO

Muestra todos los formatos para los registros de los parámetros de trabajo, las especificaciones del cliente, los rendimientos obtenidos en cada proceso para mantener en evidencia toda la línea de procesamiento.

3.5. VALIDACIÓN DE PROCESOS

Se realizó la validación concurrente para cada uno de los procesos críticos en donde se obtuvo un dato generado en la prueba, el cual se comparó con los datos obtenidos en el apartado 4.2.

Con los resultados obtenidos se realizó un análisis con el jefe de producción y control de calidad para contrarrestar los datos obtenidos con los datos teóricos.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. IDENTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS

4.1.1. MERCADO

La compañía elaboró un estudio previo en el año 2015 para identificar sus consumidores potenciales de licor de cacao (también conocida como masa de cacao y pasta de cacao). Como resultado de la información remitida se identificó al mercado europeo, en especial Alemania, como el principal cliente. Éste país se ha ganado un gran prestigio en el consumo y la producción confitera, registrándose una creciente demanda de chocolates en los últimos años para su consumo local (Proecuador, 2010).

El chocolate cuenta con diferentes componentes: pasta de cacao, manteca de cacao, azúcar, aromas y estabilizantes. Una barra de chocolate negro, según la legislación europea contiene un promedio de 65% de licor de cacao, por lo que se enlaza directamente la cantidad de ventas de licor de cacao con las ventas de chocolate (Nika, 2012) .

Alemania reflejó un incremento del consumo de chocolate y sus derivados en las estadísticas correspondientes al período 2014; esto se evidencia por el aumento de las importaciones de este producto desde el 2001. Las tres principales ciudades: Berlín, Hamburgo y Múnich, son líderes en las importaciones del sector cacaotero y pretenden seguir en constante crecimiento (Proecuador, 2010), por lo que fueron escogidas para exportar la totalidad de la producción de pasta de cacao del presente estudio.

Para la identificación de la demanda del mercado, se procedió a evaluar la población de cada una de las ciudades a exportar como se observa en la Tabla 7.

Tabla 7. Población de Alemania por Ciudades

Ciudad	Población	Ponderación (%)
Región de Ruhr	5'036 000	6.31
Berlín	4'070 000	5.10
Hamburgo	2'550 000	3.20
Munich	1'944 000	2.44
Colonia	1'809 000	2.27
Franckfurt	1'756 000	2.20
Stuttgart	1'745 000	2.19
Dusseldorf	1'316 000	1.65
Nuremeberg	1'044 000	1.31
Hanover	1'002 000	1.26
Resto	57'506 000	72.08
Población Total	79'778 000	100

(Destatis, 2015)

La población de las ciudades de interés, muestra un total de 8'564 000 habitantes, conformando el 10 % de la población total de Alemania. Según Proecuador (2010) el consumo per cápita de chocolate en este país es de 8.1 kg por año y la mayor cantidad de pobladores que consumen este

producto oscilan entre los 21 y 65 años de edad, representando así 5´660 804 de personas del total de habitantes de estas tres ciudades. Así la demanda total de chocolate es aproximadamente de 46´000.000 kg/año correspondiente a 30´000.000 de kg de licor de cacao.

Las exportaciones ecuatorianas de licor de cacao hacia Alemania correspondían únicamente al 2.2 %, lo que significa que de los 30´000.000 kg de pasta utilizada, únicamente 660.000 kg provienen de Ecuador y de esta cantidad VALENCORP cubriría el 13 % del mercado total, por lo tanto, los requisitos de la demanda establecidos son 7.5 TM de licor de cacao mensualmente.

El producto final se comercializa en una funda de polietileno de alta densidad (BOPP) como envase interno, teniendo en cuenta los requisitos exigidos en la norma INEN 623 (1988), y para protección del producto durante el transporte, se emplea como envase externo una caja de cartón corrugado con un peso neto de 25 kg.

4.1.2. REQUERIMIENTO DE MATERIALES

La Figura 11 presenta las corrientes de cada proceso para todo el sistema de obtención de licor de cacao, mediante un diagrama de flujo integral.

Consta de 8 procesos: limpieza, selección, tostado, enfriamiento, descascarillado, pre molido, molido y empaque.

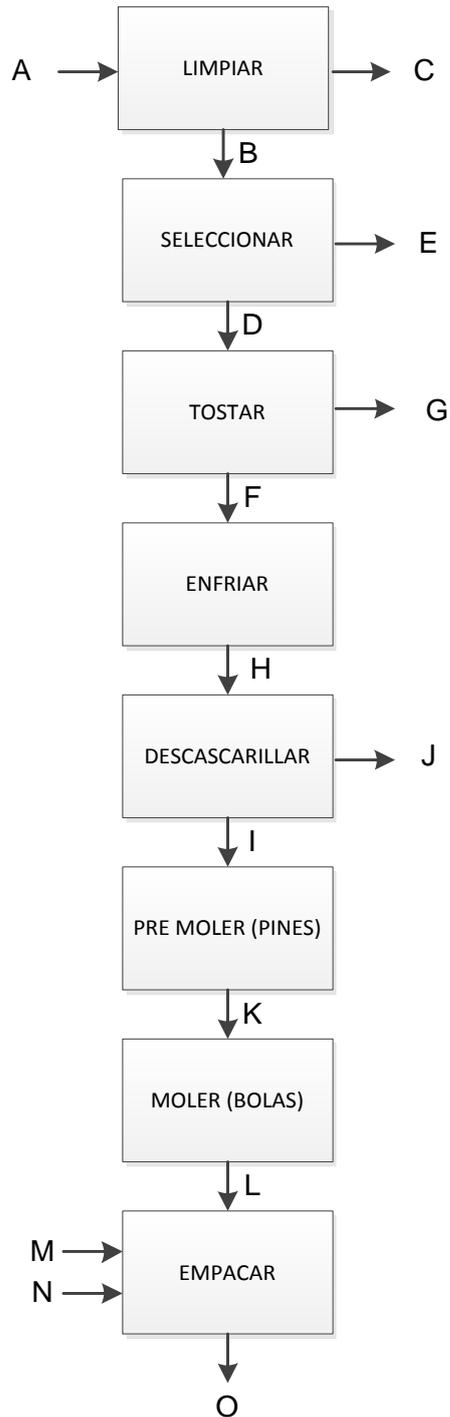


Figura 11. Etapas de Procesamiento de Licor de cacao

El sistema contempla 8 procesos, en donde existen un total de 3 corrientes externas de ingreso, 5 corrientes de salida y 7 corrientes internas del sistema, las mismas que deben llevarse a cabo en secuencia hasta obtener

el producto empacado y listo para su exportación. Cada corriente fue identificada con una letra diferente y su nomenclatura se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Nomenclatura de cada corriente del sistema

Letra	Significado de cada corriente del Sistema
A	Cacao en grano, seco y fermentado.
B	Cacao en grano sin impurezas.
C	Impurezas (piedras, polvo, plumas, etc.)
D	Granos de cacao beneficiado.
E	Granos de cacao defectuosos.
F	Cacao beneficiado tostado y frío
G	Humedad del cacao evaporada por efecto del tostado
H	Cacao beneficiado tostado y frío
I	Cacao trozado (Nibs)
J	Cascarilla de cacao
K	Licor de cacao
L	Licor de cacao refinado
M	Funda BOPP de alta densidad
N	Cartón corrugado
O	Licor de cacao en funda BOPP de alta densidad dentro de cartón corrugado

4.1.3. BALANCE DE MASA

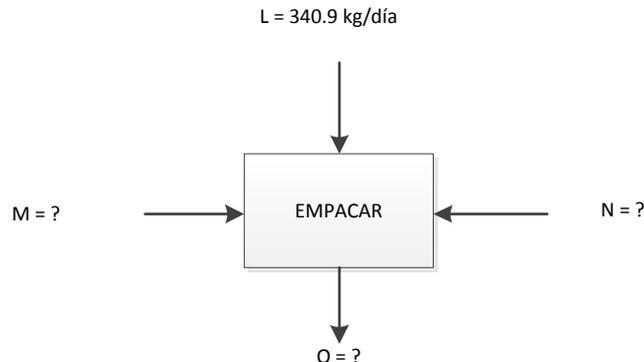
Partiendo del requerimiento de 7.5 TM/mes, que es la base de cálculo, se definió la jornada laboral diaria y se calculó la producción neta por día para cumplir con la demanda.

$$\frac{7.5 \text{ TM}}{\text{mes}} \left| \frac{1 \text{ mes}}{22 \text{ días}} \right| \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ TM}} = 340.9 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

La corriente L (340.9 kg/día) que se encuentra a la salida del proceso de molienda, corresponde a la base de cálculo del sistema, por lo tanto sirvió de punto de partida para realizar el balance de materia en sentido reverso del resto de corrientes. Para determinar la cantidad de unidades producidas (cajas/día) se dividió el valor de la corriente J para el peso final de producto empacado (25 kg), resultando así una producción de 13 cajas/día dejando un sobrante de 15.75 kg/día que se considera como producto de uso para el siguiente día.

4.1.3.1. Balance de masa del proceso empacar

Para la determinación de la corriente M se utilizó la Ecuación 15, se sabe que cada caja de cartón corrugado tiene un peso de 0.40 kg, mientras que cada funda BOPP pesa 0.10 kg.



$$L + M + N = O \quad [15]$$

$$M = (0.10 \text{ kg}) * (13 \frac{\text{cajas}}{\text{día}})$$

$$M = 1.3 \left(\frac{\text{kg}}{\text{día}} \right)$$

$$N = (0.40 \text{ kg}) * (13 \frac{\text{cajas}}{\text{día}})$$

$$N = 5.2 \left(\frac{\text{kg}}{\text{día}}\right)$$

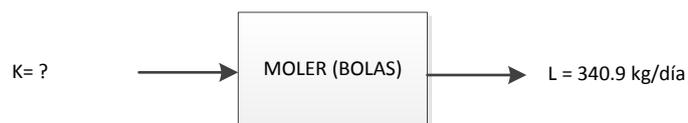
$$O = \left(340.9 \frac{\text{kg}}{\text{día}}\right) + \left(1.3 \frac{\text{kg}}{\text{día}}\right) + \left(5.2 \frac{\text{kg}}{\text{día}}\right)$$

$$O = 347.4 \left(\frac{\text{kg}}{\text{día}}\right)$$

El valor de la corriente O correspondiente al peso total de cada unidad producida es igual al peso neto de licor de cacao más el peso de cada envase.

4.1.3.2. Balance de masa del proceso moler

Las mermas que se obtuvieron en el molido se consideran nulas. La Ecuación 16 muestra el balance del proceso de molido.



$$K = L$$

$$K = 340.9 \left(\frac{\text{kg}}{\text{día}}\right) \quad [16]$$

Después de cada lote de producción no se purga la maquinaria, de tal manera que para la producción del siguiente lote, la merma del proceso

anterior forma parte de la cantidad final del producto molido, así no existen pérdidas.

4.1.3.3. Balance de masa del proceso pre moler

La Ecuación 17, muestra el balance de masa del proceso pre moler.



$$I = K$$

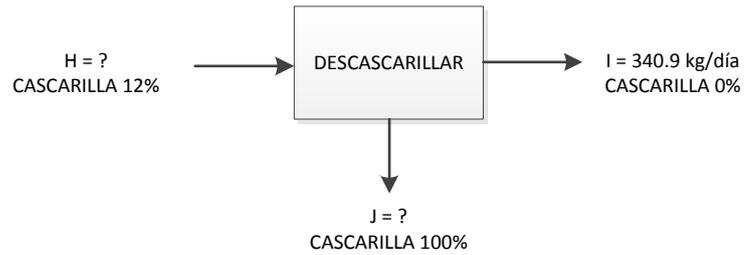
$$I = 340.9 \left(\frac{\text{kg}}{\text{día}} \right) \quad [17]$$

Al igual que en el proceso anterior, las mermas se anulan, por la carga continua de materia prima.

4.1.3.4. Balance de masa del proceso descascarillar

Para determinar las corrientes de este proceso, se partió del dato conocido de la corriente I, el cual se calculó mediante un balance por componente (cascarilla).

Según datos del Censo Nacional Agropecuario (2005), la cascarilla de cacao corresponde al 12 % del peso total del cacao beneficiado (corriente H) lo que permitió el cálculo de la corriente J, realizadas en las Ecuaciones 18, 19 y 20.



Ecuación de masa

$$H = I + J$$

$$H = 340.9 \left(\frac{\text{kg}}{\text{día}} \right) + J \quad [18]$$

Balance de componente: cascarilla

$$H (0.12) = J (1) + I(0)$$

$$0.12 H = J \quad [19]$$

[19] en [18]

$$H = 340.9 \left(\frac{\text{kg}}{\text{día}} \right) + 0.12 H$$

$$H - 0.12 H = 340.9 \left(\frac{\text{kg}}{\text{día}} \right)$$

$$H (1 - 0.12) = 340.9 \left(\frac{\text{kg}}{\text{día}} \right)$$

$$H = \frac{340.9 \left(\frac{\text{kg}}{\text{día}} \right)}{0.88}$$

$$H = 387.38 \left(\frac{\text{kg}}{\text{día}} \right) \quad [20]$$

[20] en [18]

$$387.38 \left(\frac{\text{kg}}{\text{día}} \right) = 340.9 \left(\frac{\text{kg}}{\text{día}} \right) + J$$

$$J = 387.38 - 340.9 \left(\frac{\text{kg}}{\text{día}} \right)$$

$$J = 46.48 \left(\frac{\text{kg}}{\text{día}} \right)$$

Al no obtener datos básicos para la identificación másica de todas las corrientes, se determinó la composición específica de un componente, en este caso, cascarilla de cacao, con la cual se resolvió el balance del presente proceso.

4.1.3.5. Balance de masa del proceso enfriar

Es una etapa que se añadió debido a la alta temperatura en las que se trabaja en el proceso de tostado, su balance de masa se muestra en la Ecuación 21.



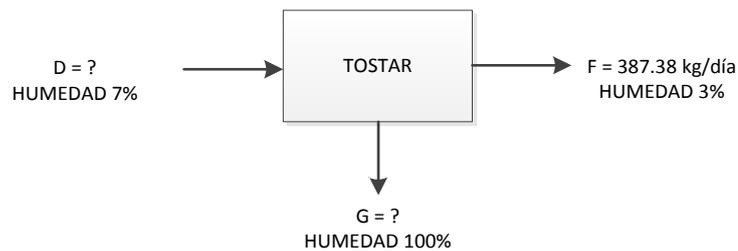
$$F = H$$

$$F = 387.38 \left(\frac{\text{kg}}{\text{día}} \right) \quad [21]$$

Es necesario el descenso de temperatura del producto para que continúe el sistema sin tener pérdidas de materia.

4.1.3.6. Balance de masa del proceso tostar

Según la norma INEN 176 el porcentaje máximo de humedad de cacao beneficiado será del 7.0 % (cero relativo), mientras que el límite máximo de humedad para licor de cacao es de 3 % según la norma INEN 623. Su balance de masa se muestra en las Ecuaciones 22, 23 y 24.



Ecuación de masa:

$$D = F + G$$

$$D = 387.38 \left(\frac{kg}{día} \right) + G \quad [22]$$

Balance de componente: agua

$$D (0.07) = F(0.03) + G(1) \quad [23]$$

[22] en [23]

$$\left(387.38 \left(\frac{kg}{día} \right) + G \right) (0,07) = \left(387.38 \left(\frac{kg}{día} \right) \right) (0.03) + G(1)$$

$$27.11 \left(\frac{kg}{día} \right) + 0.07 G = 11.62 \left(\frac{kg}{día} \right) + G$$

$$27.11 \left(\frac{kg}{día} \right) - 11.62 \left(\frac{kg}{día} \right) = G - 0.07 G$$

$$15.49 \left(\frac{kg}{día} \right) = G (1 - 0.07)$$

$$G = 16.65 \left(\frac{kg}{día} \right) \quad [24]$$

[24] en [22]

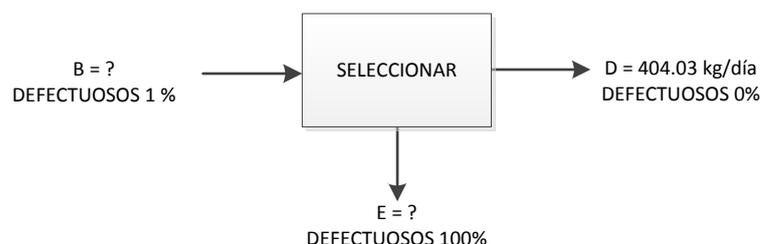
$$D = 387.38 \left(\frac{kg}{día} \right) + 16.65 \text{ kg}$$

$$D = 404.03 \left(\frac{kg}{día} \right)$$

Es importante verificar la humedad del cacao de las corrientes D y F, pues son requisitos de cumplimiento obligatorio de acuerdo a la normativa establecida, de esta manera el producto es apto para su exportación, a la vez que se asegura la inocuidad del mismo.

4.1.3.7. Balance de masa del proceso seleccionar

Los requisitos sobre granos defectuosos para cacao A.S.S. mencionados en la norma INEN 176 establecen que el máximo permisible es de 1 % en una muestra de 500 gramos, este dato sirve de referencia para la corriente B. El balance de masa se muestra en las Ecuaciones 25, 26 y 27.



Ecuación de Materia

$$B = D + E$$

$$B = 404.03 \left(\frac{kg}{día} \right) + E \quad [25]$$

Balance de componente: granos defectuosos

$$E = 0.01 B \quad [26]$$

[25] en [26]

$$E = (0.01) * (404.03 \left(\frac{kg}{día} \right) + E)$$

$$E = (4.04 \left(\frac{kg}{día} \right) + 0.01 E)$$

$$E - (0.01 E) = (4.04 \left(\frac{kg}{día} \right))$$

$$E(1 - 0.01) = (4.04 \left(\frac{kg}{día} \right))$$

$$E = 4.08 \left(\frac{kg}{día} \right) \quad [27]$$

[27] en [25]

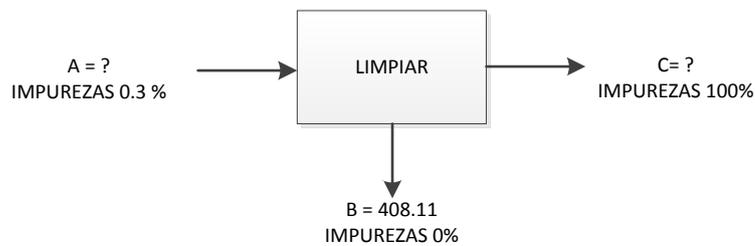
$$B = (404.03 \left(\frac{kg}{día} \right) + 4.08 \left(\frac{kg}{día} \right))$$

$$B = 408.11 \left(\frac{kg}{día} \right)$$

El presente proceso se realiza de forma manual ya que se requiere la separación minuciosa de los granos defectuosos. Para ello se necesitó entrenar a personal para la selección adecuada.

4.1.3.8. Balance de masa del proceso limpiar

No existe una norma nacional que mencione el porcentaje permitido de impurezas en el cacao. Por lo que se tomó referencia de la norma técnica colombiana (NTC) 1252 (Tercera actualización), la cual menciona que el contenido de impurezas o materias extrañas al producto permite en su requisito estándar un porcentaje máximo de 0.3 del peso total de cada lote de 400 quintales de 45.45 kg, es decir se permite un total de impurezas de 0.00001 kg en 18180 kg. Su balance de masa se muestra en las Ecuaciones 28, 29 y 30.



Ecuación de Materia

$$A = B + C$$

$$A = 408.11 \left(\frac{kg}{día} \right) + C \quad [28]$$

Balance de componente: impurezas

$$C = (2.24e^{-7}) A \quad [29]$$

[28] en [29]

$$C = (2.24e^{-7}) * (408.11 \left(\frac{kg}{día} \right) + C)$$

$$C = ((9.16e^{-5}) \left(\frac{kg}{día} \right) + 2.24e^{-7} C)$$

$$C - (2.24e^{-7} C) = (9.16e^{-5} \left(\frac{kg}{día}\right))$$

$$C(1 - 2.24e^{-7}) = (9.16e^{-5} \left(\frac{kg}{día}\right))$$

$$C = 9.25 * 10^{-5} \left(\frac{kg}{día}\right) \quad [30]$$

[30] en [28]

$$B = (408.11 \left(\frac{kg}{día}\right) + 9.25 * 10^{-5} \left(\frac{kg}{día}\right))$$

$$B = 408.11 \left(\frac{kg}{día}\right)$$

Para el cumplimiento total de 7.5 TM/mes, se necesitó procesar diariamente 408.11 kg/día. La materia prima se obtuvo de proveedores certificados, los cuales manejan parámetros de impurezas y tamaños de grano, facilitando su uniformidad respecto al cumplimiento de las normativas y su procesamiento.

Los proveedores certificados con los que cuenta la empresa se ubican en los sectores de Eloy Alfaro en la provincia de Esmeraldas y Vinces en Los Ríos.

4.1.4. BALANCE DE ENERGÍA

Como se expone en el apartado 2.5.1.2 los tipos de energías en cada uno de los procesos de un sistema permitieron determinar la cantidad energética de cada máquina y equipo auxiliar que se necesitó para la línea de producción de licor de cacao.

El balance se lo realizó en forma continua a la línea del sistema, debido a que no es necesaria conllevar la determinación energética en forma reversa como se lo realizó con el balance de masa.

4.1.4.1. Balance de energía del proceso limpiar

Según la empresa Tripod (2016), la pendiente utilizada en granos alimenticios, es de 0.3 a 0.5 m de altura, dependiendo el tamaño de grano y de la cantidad que se procesará.

$$W_1 = Ep_2$$

$$W_1 = m g h$$

$$W_1 = (408.11 \text{ kg}) \left(9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) (0.5 \text{ m})$$

$$W_1 = 1999.74 \text{ W}$$

$$W_1 = 1.99 \text{ KW}$$

Esta operación necesitó de 1.99 KW para lograr cumplir el proceso de limpieza, energía que se divide en un trabajo mecánico y manual. El trabajo mecánico se traduce en la potencia que utilizará el equipo para lograr el objetivo de separación de impurezas.

4.1.4.2. Balance de energía del proceso seleccionar

En este proceso es necesario verificar granos defectuosos por lo que es difícil encontrar un equipo que pueda realizar una selección muy rigurosa.

$$W_1 = Ec_2$$

$$W_1 = \frac{1}{2} m v^2$$

$$W_1 = \left(\frac{1}{2}\right) (408.11 \text{ kg}) \left(\frac{2 \text{ m}}{3600 \text{ s}}\right)^2$$

$$W_1 = 6.2 \times 10^{-5} \text{ W}$$

$$W_1 = 6.2 \times 10^{-8} \text{ KW}$$

Se obtuvo una cantidad de energía despreciable por lo que no se necesita equipos auxiliares externos a la mesa de selección en donde se desarrollará la selección por parte del personal.

4.1.4.3. Balance de energía del proceso tostar

Según Becket (2008), la temperatura máxima del tostado de cacao es de 150°C. Los tostadores de granos según la empresa Zhengzou miden de 1.5 m de largo hasta 2 m, datos que sirvieron para la determinación de la energía requerida en este proceso.

$$W_1 = Ec_2 + Q_2$$

$$W_1 = \frac{1}{2} m v^2 + m Cp \Delta T$$

$$W_1 = \left(\frac{1}{2}\right) (50 \text{ kg}) \left(\frac{1.5 \text{ m}}{60 \text{ s}}\right)^2 + (50 \text{ kg}) \left(3.71 \frac{\text{m}}{^\circ\text{C s}^2}\right) (150 - 20 \text{ }^\circ\text{C})$$

$$W_1 = 0.02 \frac{\text{J}}{\text{s}} + 24115 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

$$W_1 = 24115.02 \text{ W}$$

$$W_1 = 24 \text{ KW}$$

Para la cantidad de masa por procesar se dividió 404.03 kg/día (obtenido del balance másico de la etapa seleccionar) para las 8 horas diarias laborables lo que indicó que se debe procesar aproximadamente 50 kg/hora.

Así esta etapa requiere una energía de 24 KW, por lo cual se precisa de una máquina tostadora que permita elevar la temperatura de los granos para cumplir con los parámetros necesarios.

4.1.4.4. Balance de energía del proceso enfriar

Al mantener un batch de producción por hora desde el tostado, se trabajó con dicha masa de 50 kg/hora.

$$W_1 = -Q_2$$

$$W_1 = -(m C_p \Delta T)$$

$$W_1 = (50 \text{ kg}) \left(3.71 \frac{\text{m}}{\text{°C s}^2} \right) (35 - 45 \text{ °C})$$

$$W_1 = -1855 \text{ W}$$

$$W_1 = -1.8 \text{ KW}$$

El descenso de temperatura posterior al tostado permite que en el proceso de descascarillado el grano de cacao permanezca íntegro hasta el momento de tritararlo. Para llevar a cabo este trabajo se necesita retirar energía del proceso de 1.8 KW.

4.1.4.5. Balance de energía del proceso descascarillar

Se debe cumplir dos actividades en este proceso, el primero que es un paso de trituración del grano, y el segundo de absorción de los desperdicios (cascarilla), de tal manera que se obtenga las nibs para continuar con los siguientes procesos del sistema.

$$W_1 = Ec_2 + Ep_2$$

$$W_1 = \frac{1}{2} m v^2 + m g h$$

$$W_1 = \left(\frac{1}{2}\right) (200 \text{ kg}) \left(\frac{2.5 \text{ m}}{3000 \text{ s}}\right)^2 + (200 \text{ kg}) \left(9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) (1 \text{ m})$$

$$W_1 = 1960 \text{ W}$$

$$W_1 = 1.96 \text{ KW}$$

El descascarillado se lleva a cabo mediante dos tipos de energía mecánica: mediante el uso de un triturador y la de un tamiz vibratorio conjuntamente con flujo de aire, los cuales deben cumplir con el requerimiento energético de 1.96 KW, estas funciones y requerimientos se lograron con la implementación de una descascarilladora.

4.1.4.6. Balance de energía del proceso pre moler

Según la empresa Japonesa MPT ENGINEERING, los molinos de pines tienen una velocidad de 2 000 hasta 4 800 rpm, por lo que se tomó una media aproximada de 2 500, y el Cp del cacao fue obtenido de INGENIUS (2012) revista de ciencia y tecnología "Modelación y Simulación de secado del cacao".

$$W_1 = Ec_2 + Ep_2$$

$$W_1 = \frac{1}{2} m v^2 + m g h + m C_p \Delta T$$

$$W_1 = \left(\frac{1}{2}\right) (100 \text{ kg}) \left(\frac{0.1309 \text{ m}}{\text{s}}\right)^2 + (100 \text{ kg}) \left(\frac{9.8 \text{ m}}{\text{s}^2}\right) (0.5 \text{ m})$$

$$+ (100 \text{ kg}) \left(3.71 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) (60 - 20^\circ\text{C})$$

$$W_1 = 15330.85 \text{ W}$$

$$W_1 = 15.3 \text{ KW}$$

La energía que se requirió fue de 15.3 KW, que se transmite mediante un molino de pines que son accionados mediante dos motores que con dicha energía lograrán así la transformación de las nibs a licor de cacao.

4.1.4.7. Balance de energía del proceso moler

Según Beckett (2008) los molinos de bolas comunes tienen una cámara doble, en dónde los 2 ejes dotados de aspas entre sí, con una distancia de 15 cm rotan, las cuales darán movimiento y golpeteo entre las bolas, llegando hasta las 5.000 rpm.

$$W_1 = Ec_2 + Ep_2 + Q_2$$

$$W_1 = \frac{1}{2} m v^2 + m g h + m C_p \Delta T$$

$$W_1 = \left(\frac{1}{2}\right) (340.90 \text{ kg}) (1 \text{ m/s})^2 + (340.90 \text{ kg}) \left(\frac{9.8 \text{ m}}{\text{s}^2}\right) (1)$$

$$+ (340.90 \text{ kg}) \left(3.71 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) (85 - 60^\circ\text{C})$$

$$W_1 = 22482.25 \text{ W}$$

$$W_1 = 22.5 \text{ KW}$$

Esta máquina permite alcanzar el requerimiento energético de 22.5 KW, y así también los parámetros establecidos de tamaño de grano requeridos por el cliente.

4.1.4.8. Balance de energía del proceso empacar

En la actualidad existen dosificadoras automáticas, de todas maneras se verificó la energía necesaria para realizar el proceso mediante un tanque de dosificación manual.

$$W_1 = Ec_2$$

$$W_1 = \frac{1}{2} m v^2$$

$$W_1 = \left(\frac{1}{2}\right) (408.11 \text{ kg})(25 \text{ m/s})^2$$

$$W_1 = 12753 \text{ J/S}$$

$$W_1 = 12 \text{ KW}$$

La energía necesaria para el proceso de empacado es de 12KW, el principal equipo requerido para esta etapa es un tanque dosificador. Para cada proceso del sistema de procesamiento de licor de cacao se establecieron las necesidades energéticas, lo que ayudó a facilitar la información para establecer el tipo de equipos y maquinarias con lo que se logre tener un sistema eficiente tanto en masa como en energía necesaria para realizar los trabajos.

4.1.5. IDENTIFICACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPOS

Para los criterios de selección de las maquinarias se contrató a una persona consultora del área, que en base a su experiencia revisó y priorizó los diferentes criterios de análisis de cada maquinaria para lograr obtenerlos.

4.1.5.1. Equipo necesario para el proceso de limpieza

Para la toma de decisión del equipo de limpieza se realizó una comparación de las características de los posibles equipos como se muestra en la Tabla 9, se verificó que cumplan con las necesidades requeridas tanto másicas como energéticas, además del requisito específico para que el proceso se realice eficientemente.

Tabla 9. Comparación entre maquinarias ofertadas para el proceso de limpieza

Maquinaria	Requerimiento		Propuesta		Precio (\$)	Características
	Masa (kg)	Energía (KW)	Masa (kg)	Energía (KW)		
Tamiz Vibratorio INOX-TVib	51.01	1.99	250	1.75	1000	Superficie de acero inoxidable, con malla fabricada a la medida necesaria, motor trifásico de vibración 1.75 KW.
Despedregadora NA-1			1000	3.5	3120	Control de distribución de fluido de aire, mínimo ruido, motor trifásico de 3.5 KW.
Despedregadora CPFBNR 1X			2000	4	15806	Cuenta con imanes que evita el paso de objetos de metal, motor trifásico de 3 KW.

De acuerdo a la capacidad requerida por el proceso, las tres maquinarias están sobredimensionadas. En cuanto a la necesidad energética el tamiz vibratorio posee la energía más acercada a la requerida. El motor de 1,75 KW brindarla vibración necesaria para que el tamiz mantenga un movimiento constante para la separación de los materiales extraños, que tengan un menor tamaño en comparación al grano de cacao. Se verifica una amplia variación en cada uno de los precios de cada maquinaria. Las fichas técnicas de las tres maquinarias comparadas para el proceso de selección se encuentran en los Anexos I, II y III respectivamente.

Con el tamiz vibratorio se cubría una mayor cantidad de impurezas, al existir impurezas de un tamaño inferior del grano (piedras, metales, trozos de madera, etc) con el principio realizado por la máquina se puede lograrlo a cabalidad. Además se tomó en cuenta su capacidad de producción y finalmente su capacidad energética. Se eligió el tamiz vibratorio ya que es el que tiene la mayor aproximación a la capacidad requerida, sin embargo con esta capacidad está sobredimensionada en un 80%, a pesar de ser un costo para la empresa, se estima que sea una inversión para un incremento futuro de la capacidad productiva.

Además fue necesaria la información específica del tamaño de granos con los que se trabajará, para identificar el tamaño de malla del tamiz. Para lo cual se requirió tomar medidas de los granos A.S.S. los cuales se muestran en la Figura 12.

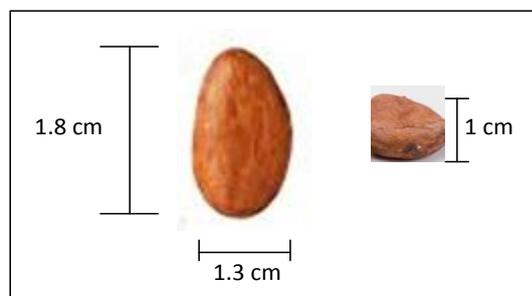


Figura 12. Tamaño del grano de cacao

Con las medidas establecidas, se determinó el tamaño de malla o mesh la cual se obtuvo de 2.5, correspondiente a 7.925 mm. Las especificaciones técnicas del tamiz vibratorio adquirido se encuentran en la Tabla 10.

Tabla 10. Especificaciones técnicas del Tamiz Vibratorio

	Modelo	INOX-TVib
	Capacidad de producción	250 kg/h
	Capacidad energética	1.75 KW
	Peso	80 kg
	Material de Fabricación	Acero Inoxidable
	Dimensiones (mm)	1000*750*1000
<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tamaño de las aberturas de la malla de 2.5 mesh, de acero inoxidable número 0,7. - Motor de 1.75 KW, energía trifásica. - Zaranda de acero inoxidable, la cual permite una vibración debido al motor para apartar las impurezas y desechos que tengan un menor tamaño en comparación al cacao. -El tamiz posee una inclinación de 0.5 m ya que favorece la llegada del grano hacia el equipo del siguiente proceso. 		

4.1.5.2. Equipo necesario para el proceso de selección

La selección se realiza de forma manual por parte del personal operativo en una mesa de acero inoxidable, se buscó varios proveedores locales para adquirir este equipo auxiliar en el sistema. Su comparación se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11. Comparación entre maquinarias ofertadas para el proceso de selección

Maquinaria	Requerimiento		Propuesta		Precio (\$)	Características
	Masa (kg)	Energía (KW)	Masa (kg)	Energía (KW)		
Mesa INOX	51.01	6.2×10^{-9}	250	-	350	Fabricada en acero inoxidable número 0.7, con aberturas especificadas por el cliente.
Indumes 1			250	-	380	Piso en la parte inferior, la parte superior con lados de 10cm y una tolva de 15 cm.

Por la trayectoria en la industria chocolatera se solicitó a la empresa Mobile Parts la elaboración de la mesa de selección de acero inoxidable.

Además de poseer un costo más bajo en cuanto a la proforma de Industrias Metálicas, la proforma de la mesa INOX se encuentra el Anexo IV. Al ser un equipo auxiliar, no requiere una ficha técnica, por ende no se dispone en los anexos. Las especificaciones de la mesa de acero inoxidable obtenida se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12. Especificaciones Técnicas de la Mesa de Selección

	Modelo	Mesa INOX
	Capacidad de producción	250 kg/h
	Capacidad energética	-
	Peso	15 kg
	Material de Fabricación	Acero Inoxidable
	Dimensiones (mm)	2400*800*900
Descripción:		
<ul style="list-style-type: none"> - Mesa elaborada en acero 0.70 brillante pulido. - Con dos aberturas a los extremos para el paso de granos seleccionados con una tolva de 15 cm en cada una de ellas. 		

4.1.5.3. Equipo necesario para el proceso de tostado

Para la elección de la maquinaria se verificó las necesidades de producción, energética y específicas. Entre las específicas se requirió de un equipo que pueda controlar automáticamente el tiempo y la temperatura de tostado, debido a que es un proceso muy riguroso del sistema.

La comparación de los equipos presentados por varios proveedores se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13. Comparación entre maquinarias ofertadas para el proceso de tostado

Maquinaria	Requerimiento		Propuesta		Precio (\$)	Características
	Masa (kg)	Energía (KW)	Masa (kg)	Energía (KW)		
Electric HL 100	50.50	24	100	18.2	3250	Ordenador controlado, cocción garantizada por el tambor rotatorio, eléctrica.
Electric HL 200			200	24	5050	Ordenador controlado, cocción garantizada por el tambor rotatorio, eléctrica.
Gas HL 100			100	1.01	3520	Ordenador controlado, cocción garantizada por el tambor rotatorio, trabaja con GLP.
Gas HL 200			200	2.2	5500	Ordenador controlado, cocción garantizada por el tambor rotatorio, trabaja con GLP.
Tostadora Pedro 200			500	40	7500	Control de temperatura, ventana para sacar muestras, trabaja con GLP, incluye enfriador.
Sematech2			50		17985	Quemadores a gas, succión de recolección de ceniza, incluye ciclón de enfriamiento.

Las empresas ofertantes de las tostadoras fueron empresas chinas, peruanas y ecuatorianas, las proformas de las mismas se encuentran desde el Anexo V que muestra la propuesta de la empresa Zhengzhou Hongle Machinery Equipment (Tostadoras Electric HL100, Electric HL200, Gas HL 100, Gas HL 200), mientras que los Anexos VI Y VII muestran las fichas técnica y proforma respectivamente. Se dio prioridad al precio y a la facilidad de trabajo, debido al costo del GLP se seleccionó una tostadora eléctrica. Además como se mostró en la comparación de la maquinaria la energía de la mayor cantidad de tostadoras tenían una fluctuación amplia, por ende se optó por adquirir la única maquinaria que cumplió con estos requisitos. Finalmente por la diferencia mínima en precio en cuanto a las diferencias de producción, se eligió la tostadora Electric HL 200, la que se especifica en la Tabla 14.

Tabla 14. Especificaciones Técnicas de la Tostadora

	Modelo	Electric HL 200
	Capacidad de producción	200 kg/h
	Capacidad energética	24 KW
	Peso	300 kg
	Material de Fabricación	Acero galvanizado
	Dimensiones (mm)	2500*600*800
<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cámara de tostado rotativa en acero, diámetro de 700 mm. - Quemadores infrarrojos instalados a los dos lados, lo que garantiza la calidad de cocción y calor. - Ordenador controlado con pulso, que comanda la temperatura y la rotación del tambor. - Facilidad de operación con tolva superior para la carga y con tolva inferior para su descarga. 		

4.1.5.4. Equipo necesario para el proceso de enfriamiento

Se verificaron varias proformas de empresas conocidas, las cuales se compararon en la Tabla 15.

Tabla 15. Comparación entre maquinarias ofertadas para el proceso de enfriamiento

Maquinaria	Requerimiento		Propuesta		Precio (\$)	Características
	Masa (kg)	Energía (KW)	Masa (kg)	Energía (KW)		
Mesa de Enfriamiento	48.5	-1.8	250	1.5	500	Mesa de enfriamiento con aberturas en su superficie con ventilador de 1.5 KW.
Oreadora Secadora AS-10			690	5	8130	Intercambio de calor de forma vertical, secado uniforme, fácil instalación.

Como se observó en las proformas del anterior proceso mostrado en el Anexo VIII, se encontró equipos que tenían su propio sistema de enfriamiento, lo que hacía que su costo se eleve en una gran cantidad, además que su energía consumía mucho más de lo estimado. Se decidió instalar una mesa de enfriamiento con un ventilador de 1.5 KW, energía muy similar a la indicada en el balance energético. Se eligió implementar la maquinaria para este proceso con la empresa Mobile Parts, proveedora de varios equipos ya instalados.

La mesa de enfriamiento con ventilación se adquirió por su bajo costo. Su capacidad se sobredimensionó debido a fue necesario verificar la capacidad del proceso anterior ya que tiene una relación directa con el presente equipo.

Las especificaciones técnicas de la mesa de enfriamiento con ventilación se muestran en la Tabla 16.

Tabla 16. Especificaciones técnicas de la mesa de enfriamiento

	Modelo	InduParts
	Capacidad de producción	250 kg/h
	Capacidad energética	1.5 KW
	Peso	50 kg
	Material de Fabricación	Acero galvanizado
	Dimensiones (mm)	220*950*100
Descripción: - Mesa de acero inoxidable calibre 18. - Posee ducto de 26 * 15cm para el paso del aire, conjuntamente instalado un blower de 1.75 KW. -Superficie de lámina apuntillada para el paso del aire.		

4.1.5.5. Equipo necesario para el proceso de descascarillado

Fue necesario adquirir un equipo que triture los granos y pueda dividir la cascarilla del germen. Las proformas de maquinarias que puedan cumplir con los requisitos específicos, su comparación se verifica en la Tabla 17.

Tabla 17. Comparación entre maquinarias ofertadas para el proceso de descascarillado

Maquinaria	Requerimiento		Propuesta		Precio (\$)	Características
	Masa (kg)	Energía (KW)	Masa (kg)	Energía (KW)		
Sematech 1	48.5	1.96	250	2.95	14595	Triturador de grano regulable, separación por aire en sistema de cajones.
Peladora de cacao			690	5	18000	Mecanismo con rodillo, mantenimiento y operación fácil.

De acuerdo a los datos de sobredimensionamiento de las dos maquinarias comparadas se llegó a tomar la decisión de Sematech 1, debido a que es un proveedor conocido, además que su capacidad energética es la más cercana a la establecida en el balance energético, su precio en comparación con su capacidad de producción es mucho menos a la peladora de cacao. La proforma y ficha técnica respectivamente se encuentran en los Anexos IX y X. A su vez la especificación técnica de la descascarilladora adquirida se encuentra en la Tabla 18.

Tabla 18. Especificaciones Técnicas de la Descascarilladora

	Modelo	Sematech 1
	Capacidad de producción	250 kg/h
	Capacidad energética	2.9 KW
	Peso	500 kg
	Material de Fabricación	Acero galvanizado
	Dimensiones (mm)	2400*2000*1600
<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un motor de 2.2 KW para el sistema de vibración y succión, mientras que el motor para la trituración posee 0.75 KW. Tolva dosificadora de entrada del grano al molino superior, el cual puede ser regular el tamaño del grano troceado. -Tamiz vibratorio para la separación del grano troceado, separándolos en distintos tamaños, los cuales caen en el sistema de cajones, a la vez con sistema de flujo de aire permite la separación de la cáscara y el grano en cuatro cámaras. -Recolección de la cáscara como desecho posterior mediante una exclusiva para sellar el vacío inferior de las cámaras. -Ciclón recolector de las partículas que se generan al triturar los granos, el cual evita la generación de polvo en el área. 		

4.1.5.6. Equipo necesario para el proceso de pre molido

Se verificaron equipos que trabajan en una cámara de molido, a altas revoluciones que tengan la facilidad de convertir el grano en licor de cacao, la comparación de los equipos analizados para este proceso se encuentran en la Tabla 19.

Tabla 19. Comparación entre maquinarias ofertadas para el proceso de pre molido

Maquinaria	Requerimiento		Propuesta		Precio (\$)	Características
	Masa (kg)	Energía (KW)	Masa (kg)	Energía (KW)		
Zhengzhou PIN	45	15.3	150-300	15	14595	Triturador de grano regulable. Separación por aire en sistema de cajones.
MTC 250			250	3.7	18000	Mecanismo con rodillo. Mantenimiento y operación fácil.

Las fichas técnicas de las maquinarias comparadas se muestran en los Anexos XI y XII. La decisión se optó porque es la máquina Zhengzhou PIN cumple con la capacidad energética necesaria, y en cuanto a la capacidad productiva es la de mayor capacidad y menor precio. Al mantener los equipos previos con sobredimensionamiento de capacidad, se mantuvo una capacidad similar en todo el sistema. Las especificaciones del molino de pines Zhengzhou se muestran en la Tabla 20.

Tabla 20. Especificaciones Técnicas del Molino de Pines

	Modelo	Zhengzhou Pin
	Capacidad de producción	150 – 300 Kg/h
	Capacidad energética	15 KW
	Peso	850 kg
	Material de Fabricación	Acero Inoxidable
	Dimensiones (mm)	1500*1000*1500
<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dos motores de 7.5 KW cada uno, los cuales giran uno en dirección contraria al otro, los mismos que son conectados a los platillos internos que están llenos de pines en su totalidad en la cámara de molido. - Tolva de carga para los granos troceados. - Desfogue inferior por donde sale el producto molido. 		

4.1.5.7. Equipo necesario para el proceso de molido

Se tuvo dos opciones para cumplir con dicho proceso, la comparación se muestra en la Tabla 21.

Tabla 21. Comparación entre maquinarias ofertadas para el proceso de molido

Maquinaria	Requerimiento		Propuesta		Precio (\$)	Características
	Masa (kg)	Energía (KW)	Masa (kg)	Energía (KW)		
TQMJ250	45	22.5	250	22	19200	Con calentamiento propio del sistema, incluyen 100 kg de bolas de acero.
MOLROD 500			200	3.7		

La decisión se llevó a cabo debido a que la maquinaria TQMJ250 cumple con las especificaciones requeridas tanto de energía como de masa (cumpliendo la nueva capacidad de producción de las anteriores maquinarias), además de su bajo costo, las fichas técnicas de los equipos comparados se muestran en los Anexos XIII y XIV respectivamente, mientras que las especificaciones técnicas se exponen en la Tabla 22.

Tabla 22. Especificaciones Técnicas del Molino de Bolas

	Modelo	TQMJ 250
	Capacidad de producción	250 kg/h
	Capacidad energética	22 KW
	Peso	1750 kg
	Material de Fabricación	Acero Inoxidable
	Dimensiones (mm)	1400*900*2000
<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Una doble chaqueta de cilindros internos y externos, el cilindro interno es de acero inoxidable, con un orificio de alimentación que está ubicado en la parte baja. - Incluye dos motores en la parte posterior cada uno de 11 KW cada uno, los cuales son engranados con los ejes que darán el golpeteo de las bolas en la chaqueta interna. - Además trae una bandeja situada en la parte posterior, que tiene dos resistencias eléctricas que calientan el agua que será recirculada por la camisa de doble chaqueta para calentar el sistema. - Incluyen 100 kg de bolas de acero inoxidable, que deben ser colocadas en su interior antes de iniciar el proceso. 		

4.1.5.8. Equipo necesario para el proceso de empaque

Se llegó a un acuerdo con la empresa Suzhou Tianfang Machinery, en dónde estos dos últimos equipos se lograron adquirir en un mismo paquete, incluso para bajar el costo del flete al momento del envío, su proforma se encuentra en el Anexo XV y sus especificaciones se muestran en la Tabla 23.

Tabla 23 Especificaciones Técnicas del Tanque dosificador

	Modelo	TBWG 1000
	Capacidad de producción	1000 Kg
	Capacidad energética	5 KW
	Peso	200 kg
	Material de Fabricación	Acero Inoxidable
	Dimensiones (mm)	Ø= 1200 x 1800
Descripción: <ul style="list-style-type: none">- Capacidad de 1000 kg.- Motor de 5 KW que da el giro a las aspas.- Recubierto en doble chaqueta, con resistencias eléctricas para la recirculación de agua y el calentamiento del producto.		

4.2. DEFINICIÓN DE PARÁMETROS ÓPTIMOS

4.2.1. VARIABLES DE CONTROL

En la Tabla 24 se muestran las variables identificadas para cada uno de los procesos, las mismas que se rigen a los requisitos establecidos por la norma

INEN 623, los parámetros instaurados por el cliente y los parámetros de control propuestos por la empresa.

Tabla 24. Identificación de variables del proceso

Proceso	Tipo de Variable	Verificación	Unidad	Ente de Exigencia
LIMPIEZA	Física	Peso	kg	Valencorp
SELECCIÓN	Física	Peso	kg	Valencorp
TOSTADO	Físicas	Temperatura, tiempo y humedad	°C, min, %	INEN 623
ENFRIAMIENTO	Física	Temperatura	°C	Valencorp
DESCASCARILLADO	Física	Peso	kg	Valencorp
PREMOLIDO	Física	Tamaño de grano	µm	Valencorp
MOLIDO	Físicas, Microbiológicas	Velocidad, tiempo, tamaño de grano	Rpm, min, µm,	Cliente
EMPACADO	Física	Peso	kg	Valencorp

Tomando en cuenta los principales requerimientos impuestos por el cliente, se identificaron como etapas críticas de control el tostado y el molido.

Estos procesos demandan de un control riguroso en sus parámetros debido a que suponen el cumplimiento de la calidad del producto en procesamiento (grano tostado) así como también del producto terminado (licor de cacao) de acuerdo a las exigencias.

4.2.2. PARÁMETROS ÓPTIMOS DE PRODUCCIÓN DE LOS PROCESOS CRÍTICOS

El proceso de tostado es el único en la línea de producción que puede disminuir la humedad del grano, facilitando la separación y troceado del cacao a lo largo del proceso, siendo crucial para el cumplimiento de la norma INEN 623 que señala un máximo de 3% de humedad en el licor de cacao.

El molido se determinó como un proceso crítico ya que el requerimiento del cliente establece que el tamaño de grano en el licor de cacao debe permanecer en un rango de 15 a 25 μm y por lo tanto es importante el control de las variables independientes (velocidad y tiempo) para cumplir con dicho parámetro.

Estos procesos demandan de un control riguroso en sus parámetros debido a que suponen el cumplimiento de la calidad del producto en procesamiento (grano tostado) así como también del producto terminado (licor de cacao) de acuerdo a las exigencias, por ello se procedió a realizar el diseño experimental para los dos procesos.

4.2.2.1. Proceso de Tostado

En el proceso de tostado se midió la temperatura y el tiempo mediante el panel de control de la maquinaria. La humedad se determinó con un higrómetro, en el Anexo XVI se muestran los datos obtenidos de las medidas de humedad que se utilizaron para el diseño experimental.

Como se muestra en la Tabla 25 el análisis estadístico realizado para el proceso de tostado muestra diferencias significativas entre tratamientos para la humedad, cumpliendo todos ellos con el límite máximo en este parámetro establecido en la norma INEN 623.

Tabla 25. Resultados obtenidos para la etapa de Tostado

Tratamiento	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Humedad (%) INEN 623 (Máx 3%)
T1	130	45	2.90 ± 0.20 ^a
T2	130	60	2.57 ± 0.06 ^b
T3	150	45	2.33 ± 0.06 ^{bc}
T4	150	60	2.10 ± 0.10 ^c

*Letras diferentes representan diferencia significativa en test de Tukey, $p < 0.05$

El análisis de los datos permitió definir como el tratamiento óptimo de tostado, para continuar el proceso de obtención de licor de cacao, a T3 (150 °C; 45 min). Con esta combinación se cumple el requisito de humedad dispuesto alcanzándose así un valor de 2.33 %. Plúa & Cornejo (2008) aseguran que la calidad sensorial del cacao tostado mejora cuando el proceso se lleva a cabo a una temperatura de 150 °C por un tiempo menor a 60 min; tostar el grano por tiempos superiores a este valor provoca la pérdida de las características organolépticas del mismo.

4.2.2.2. Proceso de Molido

En el proceso de molido se midió la velocidad y el tiempo mediante el panel de control de la maquinaria. El tamaño del grano del licor de cacao se midió con un micrómetro, en el Anexo XVII se muestran los datos obtenidos de las medidas del tamaño de grano que se utilizaron para el diseño experimental.

Todos los tratamientos estudiados para el control de la molienda del grano de cacao, muestran diferencias significativas por lo que el cambio de la velocidad y el tiempo de procesamiento en esta etapa mostraron influencia en los parámetros de control del producto final como se muestra en la Tabla 26.

Tabla 26. Resultados obtenidos para el proceso de Molido

Tratamiento	Velocidad (rpm)	Tiempo (min)	Tamaño de grano (μm) Requerimiento Cliente (15-25 μm)
M1	150	120	86.40 \pm 5.15 ^a
M2	150	150	52.73 \pm 6.03 ^b
M3	150	180	29 \pm 6 ^c
M4	200	120	57.93 \pm 4.89 ^b
M5	200	150	22.27 \pm 2.76 ^d
M6	200	180	10.73 \pm 3.59 ^e

*Letras diferentes representan diferencia significativa en test de Tukey, $p < 0.05$

Tomando en cuenta que se cumplen los requisitos establecidos, el tratamiento óptimo para la molienda es M5 (200 rpm, 150 min), obteniendo datos óptimos para el tamaño de grano requerido con un valor de 22.27 μm .

Los resultados fueron analizados con los equipos auxiliares tanto para medir la humedad en el tostado mediante un higrómetro, como también se utilizó un micrómetro para medir el tamaño de partícula del licor de cacao.

4.2.3. PARÁMETROS ÓPTIMOS

Los parámetros a controlar en la línea de producción se describen en la Tabla 27 y se rigen a las exigencias establecidas por los entes descritos anteriormente.

Tabla 27. Parámetros de las Variables de los procesos del sistema

Proceso	Variables de Procesos					
	De control	Valor	Unidad	De Salida	Valor	Unidad
Limpieza	Humedad	3	%	Peso	-	-
Selección	Peso	0.005	kg	Peso	-	-
Tostado	Temperatura Tiempo	150 45	°C min	Humedad	3	%
Enfriamiento	Temperatura	-	-	Temperatura	35	°C
Descascarillado	Peso	-	-	Cantidad de cascarilla	12	%
Premolido	Tamaño de grano	-	-	Tamaño de partícula	150	µm
Molido	Velocidad Tiempo	200 150	Rpm min	Tamaño de partícula	15 – 25	µm
Empacado	Peso	-	-	Peso	25	kg

Los parámetros estipulados por la empresa se basaron en las norma INEN 623, además en los resultados obtenidos en los diseños experimentales.

Los parámetros de tostado cumplieron con la humedad requerida <3 %, lo que garantiza la calidad e inocuidad del producto elaborado.

Para obtener una mejor eficiencia en el sistema, el proceso de descascarillado debe continuar con una etapa de enfriamiento (descenso de temperatura).

El pre molido es una fase en la que no es necesaria una medición exigente, ya que su función es convertir los trozos de grano de cacao en pasta.

El proceso del molido es una parte crítica ya que se encarga de cumplir con los requisitos del cliente el cual menciona que el producto deber mantenerse

en un rango de tamaño de partícula de 15 a 25 μm , previo a la etapa del empaque se realizaron análisis físicos de tamaño de partícula para evidenciar el cumplimiento de los requerimientos establecidos por el cliente.

4.3. DETERMINACIÓN DE LOS INDICADORES DE CONTROL

Se determinó el cumplimiento de los indicadores del proceso productivo especialmente en los procesos críticos, de acuerdo a los resultados obtenidos en el apartado 4.2.2.

4.3.1. INDICADOR DE PROCESOS

4.3.1.1. Indicador del proceso de tostado

El proceso de tostado tiene como indicadores el índice de humedad y el índice de duración del tostado, los valores obtenidos se muestran en el Anexo XVII; relacionando el parámetro establecido con el valor real de cada indicador se obtuvieron los siguientes resultados, demostrados en la siguiente ecuación:

$$\text{índice de humedad} = \frac{149.89 \text{ }^{\circ}\text{C}}{150.0 \text{ }^{\circ}\text{C}} * 100 \% = 99.9 \%$$

En cuanto a la temperatura de tostado se obtuvo que el valor real al cual se trabaja es 149.89 $^{\circ}\text{C}$ en contraste con los 150 $^{\circ}\text{C}$ establecidos como parámetro ideal, obteniendo un cumplimiento del 99.9 %.

El porcentaje obtenido para este indicador muestra que la humedad obtenida del tostado cumple el estándar establecido <3 %, manteniéndose en los rangos máximos de humedad.

En cuanto al indicador del tiempo, mostró un cumplimiento del 100 %, debido a que se maneja el proceso de manera cronometrada, por ende todos los datos recopilados cumplen con los parámetros establecidos.

$$\text{índice de duración del tostado} = \frac{45 \text{ min}}{45 \text{ min}} * 100 \% = 100 \%$$

En cuanto al índice de duración del tostado, mostró una cantidad de cumplimiento del 100%, debido a que se maneja el proceso cronometrado por ende muestra su totalidad de cumplimiento a lo largo de los datos analizados.

4.3.1.2. Indicador del proceso de molido

Los datos del índice de molido se muestran en el Anexo XVIII, y su resultado muestra en la siguiente ecuación:

$$\text{índice de velocidad de molido} = \frac{250 \text{ rpm}}{250 \text{ rpm}} * 100 \% = 100 \%$$

Se observa un cumplimiento del 100 %, ya que la maquinaria está automatizada y consta de un panel de mando que controla y mantiene las características de trabajo a la cual fue programada.

Por otro lado, el índice de duración del molido se muestra en la siguiente ecuación:

$$\text{Índice de duración de molido} = \frac{155 \text{ min}}{150 \text{ min}} * 100 \% = 103.3 \%$$

Mostró un porcentaje superior al 100 %, lo cual significa que al momento de descargar el producto de la zona de molido se demora alrededor de 5 min más de lo establecido, por lo que es necesario en un futuro automatizar la maquinaria con bombas de transporte de fluidos para lograr evacuar el producto dentro del tiempo establecido en los parámetros.

4.4. ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS

El presente manual de procesos realizado se encuentra en el Anexo XVIII el cual permite mostrar los requisitos establecidos en normativas como también para comprobación de los requerimientos establecidos por el cliente, además para el control de los rendimientos para comparar con los balances teóricos establecidos,

4.5. VALIDACIÓN DE PROCESOS

Se realizó una validación concurrente en donde los parámetros fueron validados durante el proceso de producción, para asegurar que se opera según lo preestablecidos. Los comportamientos de los procesos se evaluaron de la siguiente manera:

4.5.1. VALIDACIÓN DEL PROCESO DE TOSTADO

Para el proceso de tostado se verificaron temperaturas y tiempos de tostado registradas en 5 lotes de producción, en la Figura 13 se muestra la variación de temperatura de los datos obtenidos. En el Anexo XIX se muestra la documentación que evidencia las temperaturas y tiempos analizados.

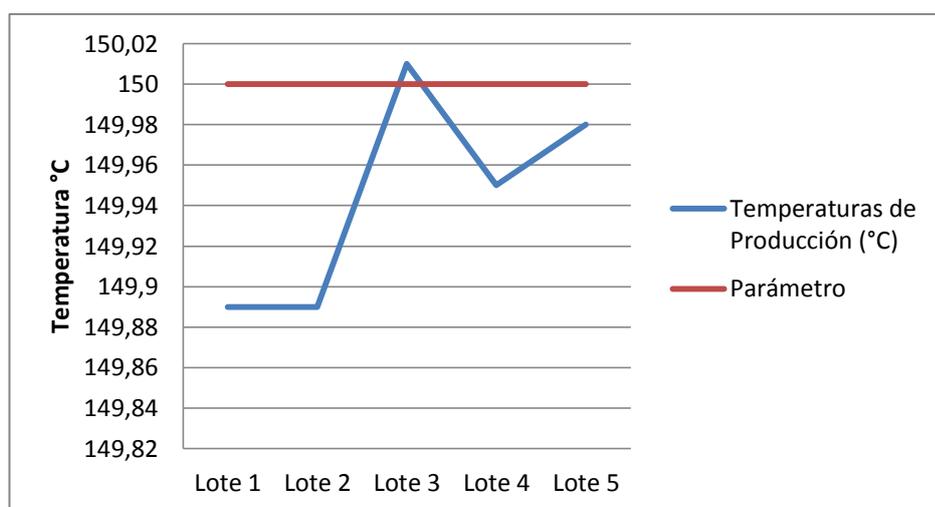


Figura 13. Variación de Temperatura del proceso de Tostado

En el caso de la temperatura se verifica que las primeras medidas estaban por debajo del límite inferior, por lo que se optó por calentar la maquinaria por un tiempo más prolongado antes de que el producto ingrese. Y con ello se logró controlar la temperatura de tostado de los granos de cacao.

Para el caso del tiempo, se tomó los mismos lotes de producción para ser evaluados, la Figura 14 muestra la variación del tiempo de tostado.

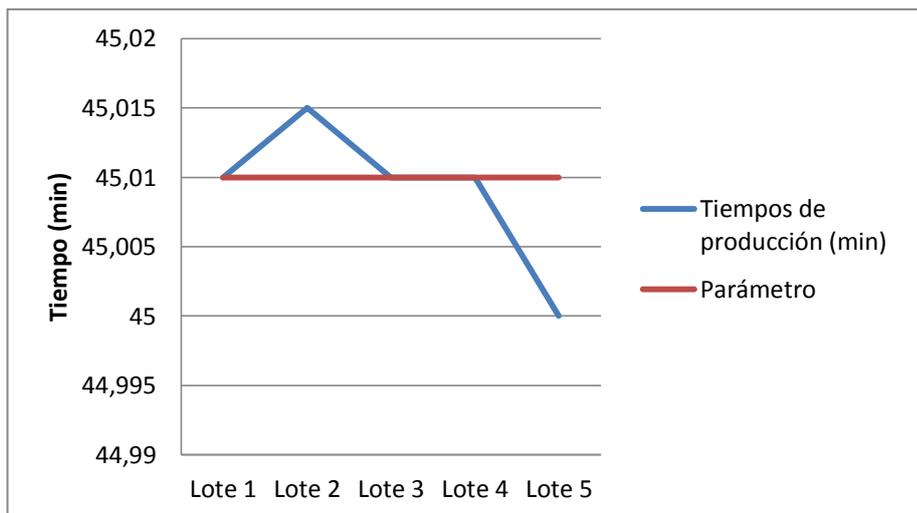


Figura 14. Variación de tiempo del proceso de Tostado

Al ser un proceso cronometrado, se registra que el tiempo está totalmente controlado. Esta validación muestra que la humedad del grano al momento del tostado, cumple con lo establecido en la norma INEN 623, que menciona que no debe exceder el 3 %.

4.5.2. VALIDACIÓN DEL PROCESO DE MOLIDO

Para el proceso de molido se verificó la velocidad de molido y el tiempo del mismo para controlar los parámetros establecidos en el apartado 4.2. En la Figura 15 muestra la variación de velocidad que se obtiene en el molido.

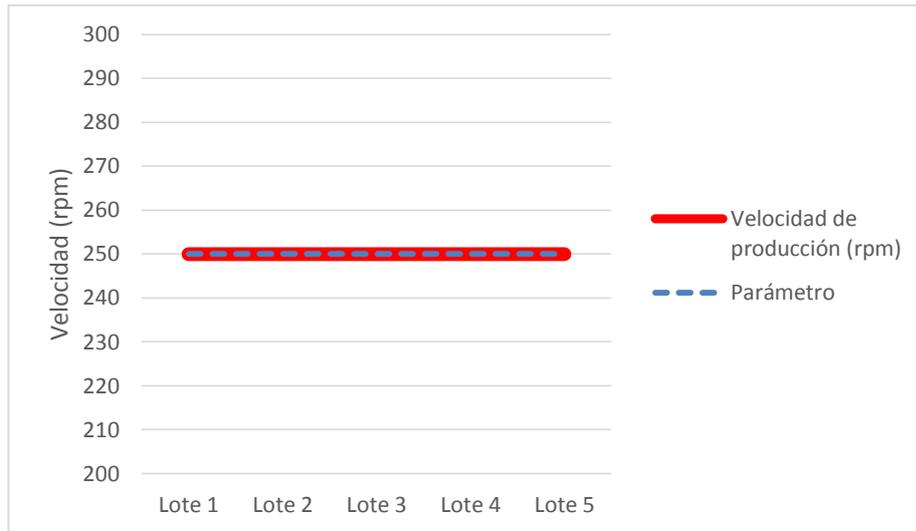


Figura 15. Variación de velocidad del proceso de Molido

En la velocidad verificada en el proceso de molido, se muestra una estabilidad a lo largo de los lotes ya que la maquinaria cuenta con la automatización de este parámetro, por lo que no se muestra diferenciación y muestra un control en la velocidad del proceso.

Finalmente el análisis del tiempo del proceso de molido se muestra en la Figura 16.

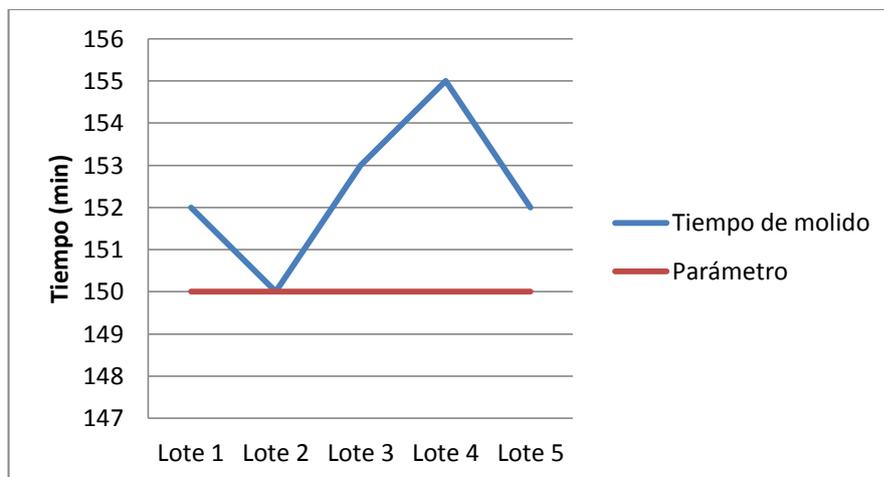


Figura 16. Variación de tiempo del proceso de Molido

En el tiempo de molido de 150 minutos, se demuestra que la variable del proceso excede el límite superior de tiempo, lo que en este caso mostraría una disminución en el tamaño del grano del licor de cacao. Hay que tomar decisiones en cuanto a la variación del tiempo ya que una granulometría $<15 \mu\text{m}$ no estaría acorde a los parámetros establecidos por el cliente.

En los análisis mencionados por el jefe de producción y control de calidad respectivamente, se mencionó que se debe automatizar el proceso añadiendo una bomba de fluidos para que no exceda el tiempo de molido de 150 minutos y que los parámetros puedan estar controlados.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Para la identificación de la capacidad de producción fue necesario realizar un balance de masa ya que se necesitó efectuar un ajuste en los balances presentados por la compañía produce resultados favorables en la decisión de las maquinarias obtenidas.
- Los balances energéticos disponen una respuesta para obtener equipos auxiliares que ayudarían a la compañía. En este caso Valencorp tenía adquirido previamente un transformador trifásico de 75Kva lo que permitió que la compra de la maquinaria esté garantizada con la suficiente capacidad energética.
- El tiempo y la temperatura de tostado son los elementos más importantes en el sistema de la línea de producción ya que afectan significativamente el producto final, tanto por las propiedades organolépticas como también la disminución de humedad en los granos.
- El tamaño de grano verificado en el proceso de molido, es una exigencia del cliente; sin embargo la industria chocolatera mundial que es la beneficiaria del producto (licor de cacao), no lo considera como requisito indispensable.
- Con estas pruebas realizadas se logró estandarizar aspectos realizados en el proceso de tostado, definiendo la temperatura en 150 °C y el tiempo de tostado en 45 min, también se logró determinar la velocidad de molienda 250 rpm, y el tiempo de molienda a 150 min, definiéndolos como parámetros óptimos.

- Los equipos adquiridos, luego del estudio realizado revelan que se encuentran sobredimensionados sin embargo luego de una entrevista con los ejecutivos de la empresa, justifican este exceso con proyecciones futuras de crecimiento en la producción.
- En el manual de procesos se detallaron los flujos de actividades para cada proceso del sistema de la línea de producción, para fijar características específicas y una uniformidad en el producto.
- La estandarización generada en el manual propuesto define la información de los parámetros establecidos para cada proceso, los objetivos, controles y registros para verificación y control de la línea.
- La validación se expuso a los ejecutivos de la empresa y se propuso una posterior automatización de los procesos para lograr aumentar la producción a futuro.

5.2. RECOMENDACIONES

- Es necesario mantener proveedores certificados que brinden la calidad cumpliendo parámetros necesarios que se establezcan en las normas nacionales o internaciones del producto a procesar, debido a que los parámetros mencionados fueron realizados con especificaciones de la materia prima.
- Realizar un estudio previo a la adquisición de nueva maquinaria, que consideren aspectos relacionadas a las necesidad másicas, capacidades energéticas que se encuentren de acuerdo a la capacidad actualmente instalada, con el propósito de evitar que se encuentren sub o sobredimensionadas.

- Implementar el manual de procesos ayudará a agilizar los procesos de producción, generación de registros y control de cada uno de los procesos, además de facilitar las labores del personal.
- Con cada registro del manual se logrará mantener un control de la producción, para establecer en un futuro mejoras en los rendimientos y una mayor utilidad.
- Mantener un sistema de mejora continua tanto en los procesos de producción, como también en implementar automatizaciones en el proceso, con ello se realizaría una inversión que a largo tiempo mostraría una ganancia a la empresa, tanto de tiempos como de facilidad en el proceso.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- AméricaEconomía. (2012). Ecuador produce las dos terceras partes de cacao fino de aroma en el mundo. Recuperado el 13 Noviembre 2015, de: <http://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/ecuador-produce-las-dos-terceras-partes-de-cacao-fino-de-aroma-del-mundo>
- Amores, F., Jiménez, J., & Peña, G. (2014). Diferenciación del Cacao Nacional del Ecuador y Forastero de Ghana mediante un grupo de compuestos volátiles constituyentes del Aroma a Cacao. *INIAP*. Recuperado el 18 Noviembre 2015, de: http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/DIFERENCIACION_CACAO_NACIONAL_ECUADOR_FORASTERO_GHANA_MEDIANTE_GRUPO_COMPUESTOS_VOLATILES_CONSTITUYENTES_AROMA_CACAO.pdf
- Andrade, P. (2007). Diseño, estandarización y documentación del proceso de producción de la planta de Sudamericana de brochas de la empresa Servidinamica SA.
- Anecacao. (2014). *Actualidad y perspectivas del sector cacaotero en Ecuador*. ANECACAO. Cumbre Mundial del Cacao.
- Anecacao. (2015). Cacao CCN 51. Recuperado 19 de Diciembre de 2015, de: <http://www.anecacao.com/es/quienes-somos/cacaoccn51.html>
- Ayoví, L. (2006). *MICROEMPRESA PROCESADORA DE CACAO FEBRES CORDERO*. (Tesis inédita de pregrado), Escuela Politécnica del Litoral. Recuperado el 12 de febrero de 2016, de: <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/5497>

- Barragán, A., & Rey, L. (2004). *Establecimiento de Núcleos productivos de cacao (Theobroma cacao) en torno a microcentrales de beneficio para mejorar la calidad del grano en la región del Distrito Agroindustrial del Magdalena Caldense*. Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia. Recuperado el 13 Marzo 2015, de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/1044/1/alfonsoantoniobarragan.2004.pdf>
- Beckett, S. (2008). *The Science of Chocolate*. Cambridge, United Kingdom: The Royal Society of Chemistry.
- Betancourth, J. (1989). *CRITERIOS DE SELECCIÓN Y OPTIMIZACIÓN DEL TAMAÑO DE ESFERAS DE ACERO PARA MOLIENDA DE PASTA DE CACAO*. (Tesis inédita de pregrado), Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador. Recuperado el 1 de Marzo de 2016, de: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/4513/1/7033.pdf>
- CacaoTour. (2015). El Sendero del Cacao. Recuperado el 24 Noviembre de 2015, de: <http://www.cacaotour.com/uploads/images/Gallery/general/img-sendero-del-cacao-1177.jpg>
- Caldas, F. (1998). Memoria sobre la nivelación de las plantas que se cultivan en la vecindad del Ecuador.
- CICUS. (2014). *Operaciones Básicas. Aplicación del balance de materia*. Universidad de Sevilla. Sevilla. Recuperado el 20 Abril de 2016, de: http://ocwus.us.es/arquitectura-e-ingenieria/operaciones-basicas/contenidos1/tema2/pagina_04.htm

- Cirad. (2014). Orígenes du chocolat. Recuperado el 05 noviembre, 2015, de: http://www.creation-chocolat.fr/content/7_origines-du-chocolat
- Cortés, E. (2014). Presentación de Todo Chocolate. Recuperado 25 Noviembre de 2015, de: <http://www.edpcollege.info/ebooks-pdf/Chocolate%20Cortes.pdf>
- Chávez, E., León, R., Ruíz, O., Averos, C., & Peralta, E. (2011). *Aplicación de biofertilizantes líquidos de producción local y su efecto en la rehabilitación de plantaciones de cacao fino y de aroma*. Paper presented at the Memorias del I Congreso Binacional de Investigación en Ciencia y Tecnología de las Universidades del Norte del Perú y del Sur de Ecuador. Universidad Nacional de Piura-UNP.
- Ching lik, H., Law, C., & Cloke, M. (2008). Modelling of thin layer drying kinetics of cocoa beans during artificial and natural drying. *Journal of Engineering Science and Technology*, 3(1), 1-10.
- De Jesús Morales, J., García, A., & Méndez, E. (2012). ¿ Qué sabe usted acerca de... Cacao? *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 43(4), 79-81.
- Destatis. (2015). Populatio based on the 2011 Census. Recuperado 7 de Enero de 2016, de: https://www.destatis.de/EN/FactsFigures/SocietyState/Population/CurrentPopulation/Tables/Census_SexAndCitizenship.html
- Díaz, L., Pinoargote, M., & Castillo, P. (2013). *Análisis de las características organolépticas del chocolate a partir de cacao ccn51 tratado enzimáticamente y tostado a diferentes temperaturas*. (Tesis inédita de pregrado), Guayaquil, Ecuador. Recuperado el 30 de abril de 2016, de: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/24540>

- Enríquez, G. (2013). La contribución del Proyecto Cacao Centroamérica al estímulo del sector cacaotero de Centroamérica. *Agroforestería en las Américas* 49.
- Escobar, R. A., Guardado, M. d. C., & Nuñez, L. E. (2014). *Consultoría sobre estandarización de los procesos de producción con establecimiento de un sistema de costos, para la Empresa Agroindustrias Buenavista SA de CV*. (Tesis Inédita de Pregrado), Universidad de El Salvador. Recuperado el 20 Mayo de 2016, de: <http://ri.ues.edu.sv/6744/1/TESIS%20ESTANDARIZACION%20DE%20PROCESOS.pdf>
- FAO. (2014). La denominación de Origen Cacao Arriba. Recuperado 07 Diciembre de 2015, de: http://www.fao.org/fileadmin/templates/olq/documents/Ecuador/ppp2/1-DO_Cacao_Arriba_FAO_talleres_locales_2011ANACARO.pdf
- Freire, J. (2015). Cacaos Finos vs Cacaos Convencionales. Recuperado el 15 Noviembre 2015, de: <http://www.papacacao.com/#!Cacaos-Finos-vs-Cacaos-Convencionales/c15hj/555e55af0cf24874174d6ed5>
- González, M. F. (2007). *La protección jurídica para el cacao fino y de aroma del Ecuador* (Vol. 76): Editorial Abya Yala.
- Guerrero, B. (2006). *Diseño del sistema de esterilización de licor de cacao*. (Tesis Inédita de pregrado). Recuperado el 18 Abril 2015, de: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/13588>
- Gutiérrez, H., & De la Vara, R. (2004). Análisis y diseño de experimentos. *México DF: McGraw-Hill*.
- Himmelblau, D. (1997a). *Principios Básicos y Cálculos en Ingeniería Química* (Sexta Edición ed.). Juarez, México: Prentice Hall Hispanoamericana.

- Himmelblau, D. (1997b). *Principios básicos y cálculos en ingeniería química*. (Cuarta Edición ed.) Juarez, México: Prentice Hall Hispanoamericana.
- Ibarz, A., & Ribas, A. I. (2005). *Operaciones unitarias en la ingeniería de alimentos*: Mundi-Prensa Libros.
- ICCO. (2013). Origins Of Cocoa And Its Spread Around The World. Recuperado 05 Noviembre, 2015, de: <http://www.icco.org/about-cocoa/growing-cocoa.html>
- INEN 623. (1988). *Pasta (Masa, Licor) de Cacao*. Quito, Ecuador.
- INEN 176. (2006). *Cacao en grano*. Quito, Ecuador.
- Krysiak, W. (2011). Effects of convective and microwave roasting on the physicochemical properties of cocoa beans and cocoa butter extracted from this material. *Grasas y aceites*, 62(4), 467-478.
- Lambert, S. (2012). Fermentación del Cacao-Aspectos Generales. Recuperado 24 Noviembre de 2015, de: http://www.ruta.org/CDOC-Deployment/documentos/19_Fermentacion_del_Cacao.pdf
- López, M., Jané, C., Tamés, A., & Encinas, M. (2003). Errores de medición: estandarización de la terminología y clasificación. *Farm Hosp*, 27, 137-149.
- MAGAP. (2013). Cacao Boletín Situacional. Recuperado 28 Abril 2016, de: <http://sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/BoletinesCultivos/Cacao.pdf>
- Minifie, B. (2012). *Chocolate, cocoa and confectionery: science and technology*. California, United States of America: Springer Science & Business Media.

Morales, J., García, A., & Méndez, E. (2012). *¿Qué sabe usted acerca de...Cacao?*

Motamayor, J., Lachenaud, P., da Silva, J., Loor, R., Kuhn, D., Brown, J., & Schnell, R. (2008). Geographic and genetic population differentiation of the Amazonian chocolate tree (*Theobroma cacao* L). *PLoS One*, 3(10), e3311.

Nika, D. (2012). Sobre el Chocolate. Recuperado 20 Marzo de 2016, de: <http://denikatessen.blogspot.com/2012/11/sobre-el-chocolate.html>

Ortiz, L., Graziani, L., & Rovedas, G. (2009). INFLUENCIA DE VARIOS FACTORES SOBRE CARACTERÍSTICAS DEL GRANO DE CACAO FERMENTADO Y SECADO AL SOL1 SOME FACTORS AFFECTING CHARACTERISTICS OF FERMENTED AND SUN DRIED COCOA GRAIN1. *Agronomía Trop*, 59(2), 119-127.

Páez, L., & Espinosa, F. (2015). *Ecuador Tierra del Cacao*. Quito, Ecuador: Tramaediciones.

Perea, J., Ramírez, O., & Villamizar, A. (2011). Caracterización fisicoquímica de materiales regionales de cacao colombiano. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 9(1), 35-42.

Plúa, J., & Cornejo, F. (2008). *Diseño de una Línea Procesadora de Pasta de Cacao Artesanal*. (Tesis inédita de pregrado), Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador. Recuperado 10 Enero, 2016, de: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2400/1/4740.pdf>

Portillo, E., Labarca, M., Grazziani, L., Cros, E., Assemat, S., Davrieux, F., . . . Marcano, M. (2009). Formación del aroma del cacao Criollo

(Theobroma cacao L.) en función del tratamiento poscosecha en Venezuela. *Revista Científica UDO Agrícola*, 9(2), 458-468.

Proecuador. (2010). *PERFIL DE CACAO Y SU CONSUMO EN ALEMANIA*. Ministerio de Relaciones Exteriores. Hamburgo, Alemania. Recuperado 08 Mayo de 2016, de: <http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2011/09/Estudio-de-Mercado-del-cacao-en-Alemania-2010.pdf>

Proecuador. (2013). *Análisis del Sector Cacao y Elaborados*. Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones. PROECUADOR.

Quingaísa, E., & Riveros, H. (2007). Estudio de Caso: Denominación de Origen "Cacao Arriba". 1. Recuperado 21 junio de 2016, de: <http://www.ruta.org/programa-agroalimentario-sostenible/CEDOC/ficha.php?id=1901>

Quintero, M. L., & Díaz, K. (2004). El mercado mundial de cacao. *Agroalim*, 18, 47-59.

Reyes, H., Vivas, J., & Romero, A. (2000). La calidad del cacao: II. Cosecha y fermentación. *FONAIAP DIVULGA*, 66, 3, 4.

Robert. (2010). El Cacao Ecuatoriano. Recuperado 5 Septiembre 2015, de: <http://agricultura-tropical-ecuador.blogspot.com/2010/11/el-cacao-ecuatoriano.html>

Rodríguez, D. (2005). *Diagnóstico organizacional* (Vol. 10): Alfaomega. Ediciones Universidad Católica de Chile.

Rosero, J. (2002). *La Ventaja Comparativa del Cacao Ecuatoriano*. Dirección General de Estudios. Guayaquil, Ecuador.

- Sampedro, C., & Cañete, L. (2004). Indicadores de Gestión. *Ovis*(90), 45-55.
- Sena. (2014). Validación de procesos.
- Sinagap. (2015). Cacao Producción y Rendimiento Recuperado 02 Diciembre de 2015, de: <http://sinagap.agricultura.gob.ec/2012-12-13-15-09-13/cadenas-cacao-spr>
- Soledad, O., & Zuriday, Y. (2007). *Extracción de manteca a partir de las semillas del cacao (Theobroma cacao L.) utilizando dióxido de carbono en condiciones supercríticas como solvente.* . (Tesis inédita de pregrado), Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Suñé, A., Gil, F., & Arcusa, I. (2004). *Manual práctico de diseño de sistemas productivos*: Ediciones Díaz de Santos.
- Unitedcacao. (2015). Mercado Mundial del Cacao. *United Cacao*. Recuperado 11 Noviembre 2015, de: <http://www.unitedcacao.com/index.php/es/corporate-profile-es/global-cocoa-market-es>
- Valderrama, J. (2011). *Balance de Masa*. Bioprocesos. Recuperado 12 Mayo 2016, de: <http://procesosbio.wikispaces.com/Balance+de+Masa>
- Valiente, A. (2012). *Problemas de Balance de Materia y Energía en la industria Alimentaria* (2ª Edition ed.).

ANEXOS

ANEXO I

FICHA TÉCNICA TAMIZ VIBRATORIO INOX-TVIB



FICHA TÉCNICA TAMIZ VIBRATORIO

MODELO : INOX-TVib

El tamiz vibratorio INOX-TVib está construido en acero inoxidable 0.70, tanto el soporte en el cual consta un motor trifásico de 1.75 KW 220V que genera la vibración en el tamiz.

El tamiz puede ser construido a la medida de su elección (la malla también es de acero inoxidable). Es recomendable realizar el tamiz con tensión longitudinal ya que requiere soportar el golpeo de los granos de cacao.

Tamaño de Malla o Mesh

US MALLA (Mesh)	Pulgadas	Micrones	Milímetros
2.5	0.31	7925	7.925
3	0.26	6680	6.680
3.5	0.22	5613	5.613

El soporte posee un tamaño de 1000cm*750cm*1000cm con diseño el cual facilita el cambio de tamaño de la malla del tamiz en caso de que sea necesario, posee desfogue para impurezas, además que es construido de forma que los granos continúen el procesamiento.

Posee una inclinación de 50 cm para que facilite la caída de cacao por medio de la gravedad. Facilidad para su limpieza y desmontaje. Tiene una garantía de 2 años, con mantenimientos trimestrales después de su instalación (costo adicional)

ANEXO II

FICHA TÉCNICA DESPEDREGADORA NA-1

FICHATECNICA 1. DESPEDREGADORA NA-1 / NA-2 / NA-3

I. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Es usado para separar piedras y otros objetos ajenos al cacao, manejo simple, consumo mínimo de energía, control de distribución de fluido de aire y mínimo ruido.

IV. RECOMENDACIONES

Solicitar siempre un manual o catálogo de funcionamiento de la máquina.
Solicitar una capacitación previa del uso de la máquina.
Solicitar tiempo de garantía.

II. DATOS TÉCNICOS

Marca	IMSA		
Modelo	NA-1	NA-2	NA-3
Potencia	5Hp	7Hp	7Hp
Productividad (kg/h)	1000	2000	3000
Productividad qq(46kg)/h	22	44	65
Voltaje para la máquina (voltios)	220 - 380		
Suministro(1Ø o 3Ø)	Motor Trifásico (3Ø)		
Vida útil (años)	10		
Peso de máquina (Kg)	150	200	250
Para su instalación requiere	interruptor Termo magnético de 30 amperios		

V. DONDE SE PUEDE COMPRAR

Empresa que comercializa	Tecnatrop SRL
Costo aproximado de la máquina	NA-1 S/2,400.00 NA-2 S/5,000.00 NA-3 S/8,500.00
Garantía	2 años
Dirección tienda	J. Vargas Machuca 418 - Urb. Los Ricus Santa Anita - Lima 43
Teléfonos.	(51-1) 478-0186 /9817-7975 /9817-7971 -NEXTEL 817*7975 / 817*7971
Dirección electrónica	tecnatrop@tecnatrop.com tecnatrop@hotmail.com

III. COSTOS DE FUNCIONAMIENTO

Costo de electricidad S./hora	NA-1 (gasta S/.1.50/H) NA-2 y NA-3 (gasta S/2.00/H) aproximadamente con tarifa BT5B (S/.0.40/kwh)
Repuestos que utiliza la máquina	Correas, cojinetes, etc.
Insumos para la máquina	1/4litros de grasa para la máquina.
Mano de obra necesaria	2 personas; 1 para cargado, 1 para recepción



ANEXO III

FICHA TÉCNICA DESPEDREGADORA CPFBNR1X

FICHA TECNICA 2. DESPEDREGADORA CPFBNR1X

I. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Despedradora Pinhalense modelo CPFBNR 1X que tiene una producción de 2,000 kilos y que cuenta con un imán que evita que objetos de metal así como piedras pasen a la siguiente unidad de proceso.

II. DATOS TÉCNICOS

Marca	PINHALENSE
Modelo	CPFBNR 1X
Potencia (Hp)	5.5
Productividad (kg/h)	la máquina puede limpiar 2,000 KG/H kg por hora (peso de entrada)
Productividad qq(46kg)/h	la máquina puede despulpar 43 quintales por hora
Voltaje para la máquina (voltios)	220 ó 380

III. COSTOS DE FUNCIONAMIENTO

Costo de electricidad S./hora	s/.1.65/h aproximadamente con tarifa BT5B (S/0.40/kwh)
Mano de obra necesaria	2 personas; 1 para cargado, 1 para recepción

IV. RECOMENDACIONES

Solicitar siempre un manual o catálogo de funcionamiento de la máquina.
Solicitar una capacitación previa del uso de la máquina.
Solicitar tiempo de garantía.

V. DONDE SE PUEDE COMPRAR

Empresa que comercializa	COMERSATRADING SAC
Costo aproximado de la máquina	US\$15,806
Garantía	1 año
Dirección tienda	Av. La Encalada 1388 of 401 Santiago de Surco, Lima
Teléfonos.	(51-1) 358 9115 Fax: 358 9161
Dirección electrónica	ERNESTO HANSFACH ehanspach@comersatrading.com www.comersatrading.com



ANEXO IV

PROFORMA MESA DE SELECCIÓN INDUMES



BONE CAISA DANIEL CARLOS RUC: 0923277701001

Nº 321

DIRECCIÓN: Calacalí

TELÉFONO: 2494493 CELL: 0986626146 - 0995754924

E-MAIL: industriasmetalicasnv@hotmail.com GOOGLE: www.industriasmetalicasnv.com

NOMBRE: VALENCORP TELF: 06011400/404 FECHA: QUITO, 11 DE agosto DEL 2014

CANTD	DESCRIPCION	PC: TARJETA	P.EFECTIVO
1	MESA ELABORADA EN ACERO BRILLANTE PULIDO DE 120 X 80 X 90 CON 1 PISO EN LA PARTE INFERIOR LA PARTE SUPERIOR CON LOS 4 LADOS DE 10 cm Y LA TOLBA DE 15 cm CON TUBO DE ACERO REDONDO DE 1.5 CON NIVELADORES REGULABLES PARA EL PISO	418	380
	<p>PRECIOS EN EFECTIVO TRABAJAMOS CON EL 50% DE ANTICIPO. EL SALDO DEL 50% CONTRA ENTREGA PRIMERO SERA CANCELADA LA MERCADERIA EN EL ALMACEN PARA LA ENTREGA DE LA MISMA INCLUIDO IVA *GARANTIA DE 1 AÑO</p> <p>FECHA DE ENTREGA: EQUIPOS EN STOCK ENTREGA INMEDIATA Y EQUIPOS ESPECIALES SERA ENTREGADO EN 5 DIAS LABORABLES</p>		

ANEXO V

FICHA TÉCNICA TOSTADORA ZHENGZHOU EHL200



ZHENGZHOU HONGLE MACHINERY EQUIPMENT LTD
TEL: 0086-371-86151367 13283896295 FAX: 0086-371-86151367
EMAIL: alina2009@hycfm.cn CONTRACT PERSON: alina

Coco beans roasting machine



Introductions

This machine is of advanced one-piece infrared accelerating burner which consists of the computer controlled pulse igniting system the flame and temperature monitoring system and the rolling drums. The length of infrared waves released from the burning gas is 2-4 um whose heat reaches the highest infrared radiation value. The ideal infrared wave length is easy to be absorbed by molecules of ordinary substances. The object inside the rolling drum are being simultaneously heated from both sides which avoids the phenomenon that the surface of the objects is burnt while their inside undone. And thus the baking quality, color and flavor are guaranteed. The baking time is greatly shortened and cost is voluminously lowed. The machine having advantages as automatic thermostat control, safety and hygiene and easy operation etc, is an ideal new generation replacing the old traditional generation of baking machines. Multi-purpose roasting machine is mainly used to roast and dry chestnuts, walnuts, peanut, almond, swallowing beans, coffee beans, melon seeds , sunflower seed and other granular material . Using rotating drum, heat conduction, thermal radiation principle, according to customer's requirements designed to use coal gas, diesel, and electricity as fuel.

Product parameters

Commodity	Model	Size (mm)	Power(kw)	Capacity(kg/h)	FOB price
Electric roasting type	HL-100	1400*2900*1600	18.2	100	USD 3250
	HL-200	2900*2100*1650	24	200	USD 5050
Gas roasting type	HL-100	1400*2900*1600	1.01	100	USD 3520
	HL-200	2900*2100*1800	2.2	200	USD 5500

ANEXO VI

FICHA TÉCNICA TOSTADORA PEDRO200

FICHA TECNICA 13. TOSTADORA PEDRO 200

I. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO		V. DONDE SE PUEDE COMPRAR	
Máquina que sirve para tostar granos de café, cacao, maca, maní y cereales, permite tostar granos de diversos productos, para el punto de calentamiento se tiene 05 puntos de gas GLP, tiene control de temperatura, posee una ventana para sacar muestras del producto, cuenta con enfriador posee un tambor giratorio de 1/2 hp		Empresa que comercializa	Fischer Agro - Perú
		Costo aproximado de la máquina	S/. 7,500.00
		Garantía	1 año.
		Dirección tienda	Av. Tomás Marsano 2455 - Ovalo Higuiereta - Lima 34, Perú.
		Teléfonos	271-7778 Cel. 9988-38409/ 9939-84010 RPC; 962386777 Nextel: 421*7449 - 104*1396 Fax: 273-0096 RPM:#816514
		Dirección electrónica	agro@fischer-peru.com Gerencia@fischer-peru.com
II. DATOS TÉCNICOS			
Marca	FISCHER		
Modelo	PEDRO 200		
Potencia (HP)	0.5		
Productividad (Kg/h)	500		
Voltaje para la máquina (voltios)	220 ó 380		
Suministro	Motor monofásico		
Vida útil (años)	10		
III. COSTOS DE FUNCIONAMIENTO			
Costo de electricidad S/./hora	S/.0.20 por hora, aproximadamente con tarifa BT5B (S/.0.40/kwh)		
Mano de obra necesaria	1 personas; para cargado y para recepción		
IV. RECOMENDACIONES			
Solicitar siempre un manual o catálogo de funcionamiento de la máquina.			
Solicitar una capacitación previa del uso de la máquina.			
Solicitar tiempo de garantía.			



ANEXO VII

PROFORMA TOSTADORA SEMATECH1



COTIZACIÓN No. **201 -41642-00**

Señores
VALENCORP
 Presente.
 Atención: Eduardo Valenzuela
 Estimado Ingeniero.

Por medio de la presente la compañía Sematech, pone a su consideración la cotización de :

Cant.	Descripción	Valor Unit. (USD)	Valor Total (USD)
1	Construcción de Tostadora de granos de 50Kg por Bach, Consta de: Cámara de tostado rotativa en acero Ø=500x570 mm. Quemadores a gas comandados electrónicamente, cuchareta toma muestras, tolva de carga ductos y sición para recolección de ceniza y desechos, recipiente de enfriamiento de granos con paletas de rotación, y ventilador de enfriamiento conectado a otro cilindro de recolección de cascarrilla Moto reductor de 2 HP con sistema de engranajes y embrague para el movimiento independiente del cilindro y las paletas de enfriamiento Control de seguridad encendido de llama Honeywell Control electrónico de temperatura con sonda	15.986,25	15.986,25
		Sub Total	15.986,25
		I.V.A.	1.978,35
		Total	17.964,60

Nota: Requerimos de el pago de el anticipo para el inicio de los trabajos

Forma de pago: 70% anticipo 30% contra entrega
Tiempo de entrega: Dos meses
Lugar de entrega: QUITO
Validez de la oferta: 60 días

Ing Fausto Pazmiño V.
 Presidente

ANEXO VIII

FICHA TÉCNICA OREADORA AS-10

FICHATECNICA 5. OREADORA SECADORA AS-10 / AS-15 / AS-30 / AS-45

I. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Máquina, con sistema de distribución del calor entre las semillas de cacao, intercambiando de forma vertical hacia la parte superior y posteriormente hacia la parte inferior.
Ventajas: Secado uniforme,orea y seca a la vez, consumo mínimo de energía y fácil instalación.

II. DATOS TÉCNICOS

Marca	IMSA			
Modelo	AS-10	AS-15	AS-30	AS-45
Potencia	5	5	7	7
Productividad (kg/h)	690	1150	1390	1210
Productividad qq(46kg)/h	15	25	30	25
Voltaje para la máquina (voltios)	220 ó 380			
Suministro(1Ø o 3Ø)	Motor Trifásico (3Ø)			
Vida útil (años)	10			
Peso de máquina (Kg)	1200	1300	1500	1700
Para su instalación requiere	Interruptor Termo magnético de 30 amperios			

III. COSTOS DE FUNCIONAMIENTO

Costo de electricidad S/./hora	AS-10 S/2.00/Hr AS-15 y AS-45 S/2.00/Hr AS-30 S/3.00/Hr aproximadamente con tarifa BT5B (S/0.40/kwh)
Repuestos que utiliza la máquina	Correas, cojinetes, etc.
Insumos para la máquina	1/4 litros de grasa para la máquina.
Mano de obra necesaria	2 personas; 1 para cargado, 1 para recepción

IV. RECOMENDACIONES

Solicitar siempre un manual o catálogo de funcionamiento de la máquina.
Solicitar una capacitación previa del uso de la máquina.
Solicitar tiempo de garantía.

V. DONDE SE PUEDE COMPRAR

Empresa que comercializa	Tecnatrop SRL
Costo aproximado de la máquina	AS-10 S/. 8,130.00 AS-15 S/. 13,500.00 AS-30 S/. 16,200.00 AS-45 S/. 18,900.00
Garantía	2 años
Dirección tienda	Jr. Vargas Machuca 418 - Urb. Los Ficus Santa Anita - Lima 43
Teléfonos	(51-1)478-0186 / 9817-7975 / 9817-7971 - NEXTEL 817*7975 / 817*7971
Dirección electrónica	tecnatrop@tecnatrop.com tecnatrop@hotmail.com



ANEXO IX

FICHA TÉCNICA DESCASCARILLADORA SEMATECH

		COTIZACIÓN No. 201 -41642-00	
Señores VALENCORP Presente. Atención: Eduardo Valenzuela Estimado Ingeniero.			
Por medio de la presente la compañía Sematech, Pone a su consideración la cotización de :			
Cant.	Descripción	Valor Unit. (USD)	Valor Total (USD)
1	Separador de cáscara para granos de cacao, consta de: Tolva dosificadora de entrada del grano al molino superior, que quiebra el grano el cual es regulable, tamiz vibratorio para la separación de el grano en distintos tamaños los cuales caen en el sistema de cajones para la separación por aire de la cáscara y el grano en cuatro cámaras, recolección de la cascara como desecho posterior mediante una exclusiva para sellar el vacío interior de las cámaras.	14.594,48	14.594,48
			
		Sub Total	14.594,48
		I.V.A.	1.751,34
		Total	16.345,82
Nota: Requerimos de el pago de el anticipo para el inicio de los trabajos			
Forma de pago: 70% anticipo 30% contra entrega			
Tiempo de entrega: Dos meses			
Lugar de entrega: QUITO			
Validez de la oferta: 60 días			

ANEXO X

FICHA TÉCNICA PELADORA DE CACAO DESC-100

FICHATECNICA 6. DESCASCARILLADORA DE CACAO DESC - 100

I. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO		V. DONDE SE PUEDE COMPRAR	
Máquina que separa la cascarilla del cacao tostado. Pela granos de cacao sin dañarlos, operación y mantenimiento fáciles, tiene un mecanismo con rodillo forrado de jebe corrugado para no maltratar al cacao, construido en acero inoxidable ISO 304, tiene un motorreductor de 2 HP y para el ventilador 0.75 HP		Empresa que comercializa	MAQUIAGRO
		Costo aproximado de la máquina	US \$1,800.00
		Garantía	1 año
		Dirección tienda	Jr. Juan Soto Bermeo 406 Urb. La Virreyna, San Roque, Santiago de Surco, Lima Altura cdra. 44 Av. Tomas Marsano
		Teléfonos	Tel: 01-2822751 Cel: 97650298 Nextel: 823*8365
		Dirección electrónica	www.maquiagro.com Mail:ventas@maquiagro. com; maquiagro@ hotmail.com
II. DATOS TÉCNICOS			
Marca	MAQUIAGRO		
Modelo	DESC - 100		
Potencia (HP)	2.75		
Productividad (kg/h)	la máquina Pela 100 kg por hora		
Productividad qq(46kg)/h	la máquina Pela 2 quintales por hora		
Voltaje para la máquina (voltios)	220		
Suministro (1Ø o 3Ø)	Motor Monofásico (1Ø)		
Vida útil (años)	25 años		
Para su instalación requiere	Interruptor Termo magnético de 30 amperios		
III. COSTOS DE FUNCIONAMIENTO			
Costo de electricidad S./hora	S/.0.85/Hr aproximadamente con tarifa BT5B (S/.0.40/kwh)		
Mano de obra necesaria	1 personas; una para recepción y otra para cargufo.		
IV. RECOMENDACIONES			
Solicitar siempre un manual o catálogo de funcionamiento de la máquina.			
Solicitar una capacitación previa del uso de la máquina.			
Solicitar tiempo de garantía.			



ANEXO XI

FICHA TÉCNICA MOLINO DE PINES P300

Buyer:	VALENCORP	Date:	April 21, 2015:		
Add:	Diego Vaca Oe6-102 y José Miguel Carrion	No.:	ALC140421C3		
eL:	593 995 474 543	From:	Elis		
ctnc:	EDUARDO DAVID VALENZUELA LEÓN	Country of Original:	China		
PROFORMA INVOICE					
Goods and Price:					
NO	Description	Model	Qty(pc)	Unit Price	Total Price
1	Pin mill	P300	1	USD	12550
	Capacity:150-300kg/h Materials:304 stainless steel Power:3 phase 220V 60HZ Dimension:1500*1000*1500mm				
	Shipping cost to Guayaquil				USD 300
	CFR Guayaquil				USD 12850
SAY TOTAL US DOLLARS TWELVE THOUSAND EIGHT HUNDRED AND FIFTY ONLY					
Price Term and Condition:					
The above total amount USD 12850 based on CFR Guayaquil term, it includes the inland transportation to China port, the chinese Customs charge, the Tax, the shipping cost. NOT included the charge occurred in the final port and any other customs tax extra charges etc.					
Payment Term:					
50% prepayment and balance against BL copy					
Delivery Term:					
Delivery in 25-30 working days after we got your prepayment.					
Shipping Port and Arriving Port					
The port of loading is Shanghai, China . Destination port is Guayaquil, Ecuador .					
Document Supplied					
1. One original bill of landing + two copys signed by the forwarder					
2. Three of commercial invoice with the sign by Zhengzhou Alliance Trading Co.,Ltd					
3. Three of packing list with the sign by Zhengzhou Alliance Trading Co.,Ltd					

ANEXO XII

FICHA TÉCNICA MOLINO TRITURADOR DE CACAO MTC 250

FICHA TECNICA 12. MOLINO TRITURADOR DE CACAO MTC 250

I. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	
Máquina que muele granos de cacao y otros en forma homogénea, operación y mantenimiento fáciles.	

II. DATOS TÉCNICOS	
Marca	FISCHER
Modelo	MTC 250
Potencia (HP)	5
Productividad (kg/h)	Muele 250 kg por hora con cortes de 4 hasta 17mm
Voltaje para la máquina (voltios)	220, 380, 440
Suministro(1Ø o 3Ø)	Motor Trifásico (3Ø)
Vida útil (años)	10
Peso de máquina (Kg)	140
Para su instalación requiere	Interruptor Termo magnético de 60 amperios

III. COSTOS DE FUNCIONAMIENTO	
Costo de electricidad S/./hora	S/2.00/Hr aproximadamente con tarifa BT5B (S/0.40/kwh)
Mano de obra necesaria	1 personas; una para recepción y para cargado.

IV. RECOMENDACIONES	
Solicitar siempre un manual o catálogo de funcionamiento de la máquina. Solicitar una capacitación previa del uso de la máquina. Solicitar tiempo de garantía.	

V. DONDE SE PUEDE COMPRAR	
Empresa que comercializa	Fischer Agro - Perú
Costo aproximado de la máquina	S/. 7,500.00
Garantía	1 año.
Dirección tienda	Av. Tomás Marsano 2455 - Ovalo Higuiereta - Lima 34, Perú.
Teléfonos	271-77 78 Cel. 9988-38409/ 9939-84010 RPC; 962386777 Nextel 421*7449 - 104*1396 Fax: 273-0096 RPM.:#816514
Dirección electrónica	agro@fischer-peru.com Gerencia@fischer-peru.com



ANEXO XIII

FICHA TÉCNICA MOLINO DE BOLAS TQMJ250

 TIANFANG	Suzhou Tianfang Machinery Co.,Ltd. Janet Mobile:+86 13815257764 http://www.sztfjx.cn/	 
Chocolate Ball Mill		
Model: TQMJ250		
<p>The ball mill is used for fine grinding the chocolate paste material by friction of many steel balls. It is an ideal unit for ensuring efficient and uniform refinement of chocolates and similar masses with relatively low fat contents. Thought it can be used as a standalone refiner unit (when installed after a mixer), its features are best put to use when it combined with conche machine, whether installed separately or as part of a comprehensive, compact system.</p>		
Functions:		
<p>The mass is refined through the combined spinning of two shafts fitted with discs and the micro-beads located in the mill tank. The design and distribution of these components forces the mass—which is pumped upwards—to remain in the tank as long as needed, thereby allowing for the required reduction in fine particle size while ensuring the homogenous distribution thereof.</p>		
Technologies:		
<p>The grinding chamber has an 8-shaped cross section that provides substantially more surface area for the transfer of cold from the double-jacket. Moreover, the cooling water circulates along an exclusively designed path. All grinding medias have been specially treated for enhanced resistance to wear. The machine further includes an automated centralized greasing system to reduce maintenance tasks.</p>		
Advantages:		
<p>With multiple speed settings for both the rotating shafts and the product feeds, as well as capacity to work to a preset number of balls, this machine can guarantee ideal dwelling times and refinement levels for each product. Optimum cold transfer allows for operation with mains-supplied or pre-chilled water, thus eliminating the requirement for excessively low temperatures.</p>		
Main parameter:		
Motor power: 15kw		
Spindle rotation speed: 250-500round/minute		
Grinding medium: 200kg (ball weight)		

ANEXO XIV

FICHA TÉCNICA MOLINO PARA REFINADO MOLROD00

FICHA TECNICA 15. MOLINO PARA REFINADO DE CACAO MOLROD 500

I. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	
Máquina que sirve para refinar la pasta de cacao mediante cinco rodillos, posee control de temperatura y tolva para carga de cacao; construido íntegramente en acero inoxidable	

II. DATOS TÉCNICOS	
Marca	FISCHER
Modelo	MOLROD 500
Potencia (HP)	5
Productividad (KG/H)	200 a 300
Voltaje para la máquina (voltios)	220
Suministro	Motor trifásico
Vida útil (años)	10

III. COSTOS DE FUNCIONAMIENTO	
Costo de electricidad S./hora	S/.1.50 por hora, aproximadamente con tarifa BTSB (S/.0.40/kwh)
Mano de obra necesaria	1 personas; para cargado y para recepción

IV. RECOMENDACIONES	
Solicitar siempre un manual o catálogo de funcionamiento de la máquina.	
Solicitar una capacitación previa del uso de la máquina.	
Solicitar tiempo de garantía.	

V. DONDE SE PUEDE COMPRAR	
Empresa que comercializa	Fischer Agro - Perú
Costo aproximado de la máquina	US \$ 2,800.00
Garantía	1 año.
Dirección tienda	Av. Tomás Marsano 2455 - Ovalo Higuiereta - Lima 34, Perú.
Teléfonos	271-7778 Cel. 9988-38409/ 9939-84010 RPC; 962386777 Nextel: 421*7449 - 104*1396 Fax: 273-0096 RPM.:#816514
Dirección electrónica	agro@fischer-peru.com Gerencia@fischer-peru.com



ANEXO XV

FICHA TÉCNICA TANQUE DE DOSIFICACIÓN TBWG1000



Suzhou Tianfang Machinery Co.,Ltd.
Janet Mobile:+86 13815257764
<http://www.sztfjx.cn/>



Chocolate Storage Tank (TBWG1000)

USE:

- 1).The chocolate storage tank is necessary equipment in chocolate production line. It wears double warm-water jacket so as to keep temperature storage of fine ground chocolate paste. So that to meet the technical request of chocolate production and the request of continuous production.
- 2).This chocolate tank has functions of temperature decrease, rise and preservation.
- 3).Besides, it has the functions of degasification, de-smelling, dehydration and preventing the chocolate paste from the separation of oil and grease and so on.
- 4).The tank has a warm-water circulation pump heated by electric heater.

Main parameter:

Model: TBWG1000
Maximum capacity: 1000L
Motor power: 2.2kw
Capable to operate 24 hours
Cylindrical body
Adjustable Temperature controller
Manhole, Inlet, Outlet of Shaft
Main Shaft Rotation Speed: 24r.p.m.
Net weight: 1000kg
Outside dimension: (Diameter)1220 *(Height)1850mm
Water jacket layer, water heated by electric heater.
With a hot water circulating pump, with an agitator
Material: All Stainless Steel

ANEXO XVI

MEDIDAS DE HUMEDAD OBTENIDAS PARA EL DISEÑO EXPERIMENTAL DEL TOSTADO

LOTE	TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (min)	RÉPLICA	HUMEDAD (%)
1	130	45	1	2,9
1	130	45	2	3,1
1	130	45	3	2,7
1	130	60	4	2,6
1	130	60	5	2,6
1	130	60	1	2,5
1	150	45	2	2,3
1	150	45	3	2,4
1	150	45	4	2,3
1	150	60	5	2,1
1	150	60	1	2
1	150	60	2	2,2
1	130	45	3	2,9
1	130	45	4	3,1
1	130	45	5	2,7
2	130	60	1	2,6
2	130	60	2	2,6
2	130	60	3	2,5
2	150	45	4	2,3
2	150	45	5	2,4
2	150	45	1	2,3
2	150	60	2	2,1
2	150	60	3	2
2	150	60	4	2,2
2	130	45	5	2,9
2	130	45	1	3,1
2	130	45	2	2,7
2	130	60	3	2,6
2	130	60	4	2,6
2	130	60	5	2,5
3	150	45	1	2,3
3	150	45	2	2,4
3	150	45	3	2,3
3	150	60	4	2,1
3	150	60	5	2
3	150	60	1	2,2
3	130	45	2	2,9
3	130	45	3	3,1
3	130	45	4	2,7
3	130	60	5	2,6
3	130	60	1	2,6
3	130	60	2	2,5
3	150	45	3	2,3
3	150	45	4	2,4
3	150	45	5	2,3

ANEXO XVII

MEDIDAS DEL TAMAÑO DE GRANO OBTENIDAS PARA EL DISEÑO EXPERIMENTAL DEL MOLIDO

LOTE	VELOCIDAD	TIEMPO	REPLICA	MICRAJE (µm)
1	150	2	1	96
1	150	2	2	85
1	150	2	3	90
1	150	2	4	85
1	150	2	5	88
1	150	2,5	1	52
1	150	2,5	2	45
1	150	2,5	3	48
1	150	2,5	4	46
1	150	2,5	5	56
1	150	3	1	25
1	150	3	2	27
1	150	3	3	29
1	150	3	4	22
1	150	3	5	20
1	200	2	1	69
1	200	2	2	65
1	200	2	3	60
1	200	2	4	50
1	200	2	5	56
1	200	2,5	1	26
1	200	2,5	2	25
1	200	2,5	3	22
1	200	2,5	4	20
1	200	2,5	5	25
1	200	3	1	8
1	200	3	2	11
1	200	3	3	12
1	200	3	4	11
1	200	3	5	19
2	150	2	1	95
2	150	2	2	90
2	150	2	3	85
2	150	2	4	87
2	150	2	5	86
2	150	2,5	1	54
2	150	2,5	2	64
2	150	2,5	3	60
2	150	2,5	4	57

LOTE	VELOCIDAD	TIEMPO	REPLICA	MICRAJE (µm)
2	200	2	1	52
2	200	2	2	60
2	200	2	3	59
2	200	2	4	55
2	200	2	5	57
2	200	2,5	1	24
2	200	2,5	2	21
2	200	2,5	3	25
2	200	2,5	4	23
2	200	2,5	5	19
2	200	3	1	15
2	200	3	2	13
2	200	3	3	12
2	200	3	4	10
2	200	3	5	9
3	150	2	1	76
3	150	2	2	86
3	150	2	3	82
3	150	2	4	85
3	150	2	5	80
3	150	2,5	1	45
3	150	2,5	2	52
3	150	2,5	3	50
3	150	2,5	4	51
3	150	2,5	5	49
3	150	3	1	25
3	150	3	2	28
3	150	3	3	27
3	150	3	4	29
3	150	3	5	23
3	200	2	1	59
3	200	2	2	54
3	200	2	3	61
3	200	2	4	58
3	200	2	5	54
3	200	2,5	1	23
3	200	2,5	2	22
3	200	2,5	3	17
3	200	2,5	4	24

ANEXO XVIII

MANUAL DE PROCESOS

VALENCORP INDUSTRIA CACAOTERA KUTUCAO



Manual de Procesos de la Línea de Producción de Licor de cacao procesados en la Planta de Procesamiento Valencorp.

INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	122
2.	OBJETIVO	123
3.	MARCO NORMATIVO	123
4.	CÓDIGOS DE REFERENCIA	124
5.	SIMBOLOGÍA BPMN	125
6.	FLUJO DE PROCESOS	126
6.1.1	FLUJO DEL PROCESO DE LIMPIEZA	126
6.1.2	FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LIMPIEZA	127
6.2.1	FLUJO DE PROCESO DE SELECCIÓN	128
6.2.2	FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE SELECCIÓN	129
6.3.1	FLUJO DE PROCESO DE TOSTADO	130
6.3.2	FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE TOSTADO	131
6.4.1	FLUJO DE PROCESO DE ENFRIAMIENTO	132
6.4.2	FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE ENFRIAMIENTO	133
6.5.1	FLUJO DE PROCESO DE DESCASCARILLADO	134
6.5.2	FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE DESCASCARILLADO	135
6.6.1	FLUJO DE PROCESO DEL PRE MOLIDO Y MOLIDO	136
6.6.2	FICHA DE CARACTERIZACIÓN DEL PREMOLIDO Y MOLIDO	137
6.7.1	FLUJO DE PROCESO DE EMPAQUE	138
6.7.2	FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE EMPAQUE	139
8.	REGISTROS DEL PROCESO	140
8.1	Registros de Materia Prima	140
8.2	Registro de trazabilidad interna (Limpieza, Selección, tostado y descascarillado)	141
8.3	Registro de trazabilidad interna (pre molido y molido)	142
8.4	Registro de trazabilidad interna (empaque y almacenamiento)	142
8.5	Registro de liberación del producto despachado	143

1. INTRODUCCIÓN

Empresa ecuatoriana dedicada a la producción y elaboración de productos derivados del cacao. VALENCORP trabaja con el exquisito y cotizado cacao Nacional Fino de Aroma, para cumplir con la demanda nacional e internacional en la producción, servicio y distribución de semielaborados de cacao de primera calidad.

La empresa principalmente cuenta con certificaciones orgánicas y tiene la apertura para adaptarse a los pedidos y los requerimientos deseadas por el cliente, a pesar de que las especificaciones puedan cambiar por los mismos, no ha existido registros y formatos que normalicen cada uno de los procesos.

Este manual fue creado ante la necesidad de la empresa VALENCORP de contar con un sistema estandarizado para la producción de licor de cacao, que permita garantizar la inocuidad de sus alimentos y a su vez mantener sus procesos operados de acuerdo a los resultados esperados.

2. OBJETIVO

Describir los procesos productivos, facilitando el trabajo del personal operativo para que evite la pérdida de tiempo del mismo, obteniendo productos de la misma calidad bajo los parámetros establecidos.

3. MARCO NORMATIVO

Las normas en que se basan este manual de procesos son:

- NTC INEN 176:2006
- NTC INEN 623:2006
- Normativa de la Producción Orgánica (CE) N834/2007
- CODEX STAN 141-1983 Licor de cacao

4. CÓDIGOS DE REFERENCIA

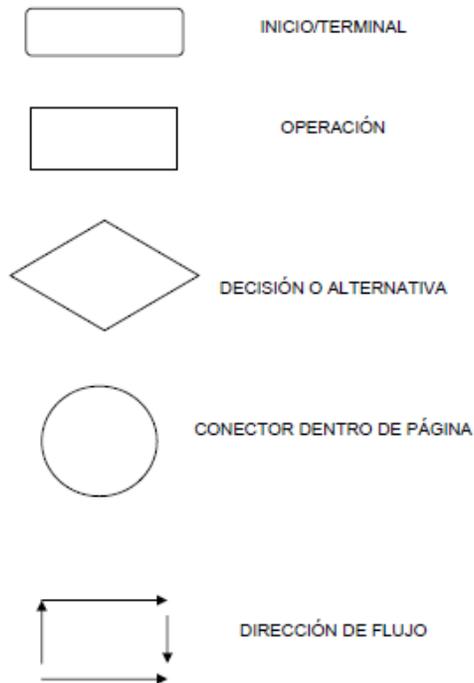
Los códigos de documentación establecidos para cada uno de los procesos del sistema de producción de licor de cacao se verifican en la Tabla 1.

Tabla 1. Códigos de la documentación de la Línea de producción de Licor de cacao

CÓDIGOS DE REGISTROS DEL SISTEMA	
Documentación	Código
Flujo de Procesamiento	FP-001
Ficha de Caracterización	FC-001
Registros de Materia Prima (Orgánica)	MP-001
Registros de Materia Prima (Convencional)	MP-002
Registro de trazabilidad interna (Limpieza, Selección, tostado y descascarillado)	RT-001
Registro de trazabilidad interna (pre molido y molido)	RT-002
Registro de trazabilidad interna (empaquete y almacenamiento)	RT-003
Registro de liberación de producto despachado (Orgánica)	RL-001
Registro de liberación de producto despachado (Convencional)	RL-002

5. SIMBOLOGÍA BPMN

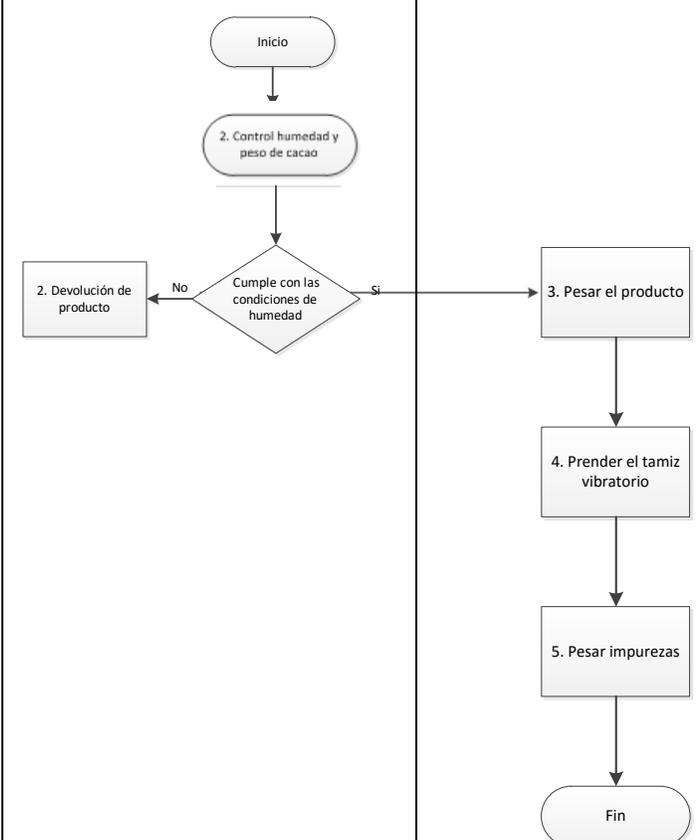
La simbología se utilizó para los flujos de actividades en cada proceso del sistema descritos a continuación.



(Bizagi, 2014)

6. FLUJO DE PROCESOS

6.1.1 FLUJO DEL PROCESO DE LIMPIEZA

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES EN EL PROCESO DE LIMPIEZA		Código FP-001
Gerente de Producción	Operadores	Descripción
 <pre> graph TD Inicio([Inicio]) --> Control([2. Control humedad y peso de cacao]) Control --> Decision{Cumple con las condiciones de humedad} Decision -- No --> Devolucion[2. Devolución de producto] Decision -- Si --> Pesar3[3. Pesar el producto] Pesar3 --> Tamiz[4. Prender el tamiz vibratorio] Tamiz --> Pesar5[5. Pesar impurezas] Pesar5 --> Fin([Fin]) </pre>		
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar que la humedad del cacao sea máximo del 7%, como menciona la norma NTE INEN 176; si cumple con los requisitos anotar el pesaje en el registro de MP-001 o MP-002 si el producto es orgánico o convencional respectivamente. 2. En caso de que no cumpla con lo especificado se devuelve el producto al proveedor. 3. Pesar el producto, pasar por el tamiz vibratorio y anotar en el registro RT-001. 4. Encender el tamiz vibratorio para tamizar las impurezas. 5. Pesar las impurezas y anotar en el registro RT-001.

6.1.2 FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LIMPIEZA

 	CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LICOR DE CACAO	Código FC-001
		Fecha:
RESPONSABLE:		

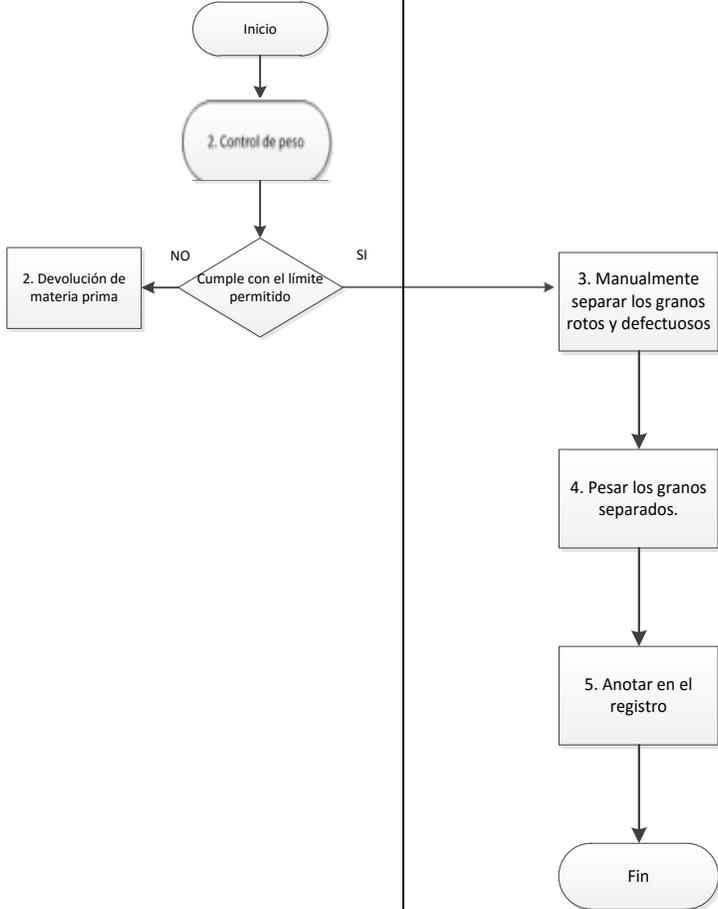
POLÍTICAS DE OPERACIÓN
Objetivo: Realizar la limpieza de los granos de cacao provenientes de los proveedores. Inicio: Granos fermentados y secos con impurezas. Final: Granos fermentados y secos sin impurezas.

PROVEEDORES	PROCESO	CLIENTE
UNOCACE ELOY ALFARO ARAWI	LIMPIEZA. Flujo de Procesamiento código FP-001	Euromerck, Empresas chocolateras.
ENTRADAS		SALIDAS
Cacao seco y fermentado		Cacao sin impurezas

INDICADORES	CONTROLES	OBJETIVO	REGISTROS
Humedad y Peso.	Humedad 7%. Peso máx 0.01%	Retirar las impurezas y materias extrañas al producto.	MP-001; MP-002; RT-001.

RECURSOS	
HUMANOS	FÍSICOS
Gerente de producción Gerente de Control de calidad Operarios	Maquinarias de la planta de producción Equipos de la planta de producción

6.2.1 FLUJO DE PROCESO DE SELECCIÓN

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES EN EL PROCESO DE SELECCIÓN		Código FP-001
Gerente de Producción	Operadores	Descripción
	<p>3. Manualmente separar los granos rotos y defectuosos</p> <p>4. Pesar los granos separados.</p> <p>5. Anotar en el registro</p> <p>Fin</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar el peso con el propósito de cumplir con los límites establecidos de limpieza. 2. En caso de que no se cumpla, devolver la materia prima al proveedor. 3. Si pasa el límite permisivo, realizar la selección manual y anotar los pesos en el registro RT-001. 3. Pesar los granos defectuosos y verificar que cumpla con el máximo permitido. 4. Registrar los pesos en el formato RT 001.

6.2.2 FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE SELECCIÓN

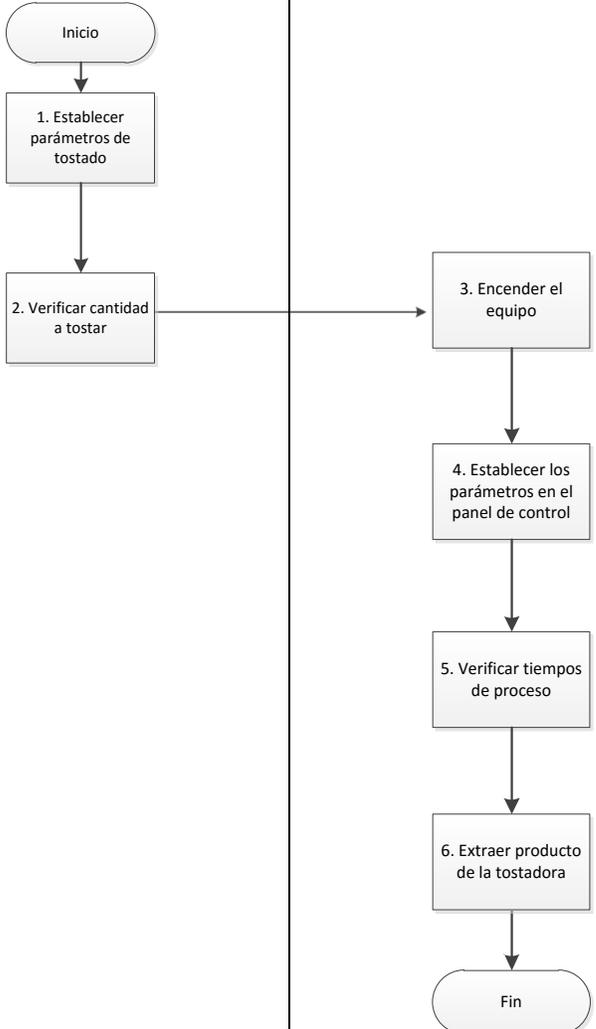
 	CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LICOR DE CACAO	Código FC-001
		Fecha:
RESPONSABLE:		

POLÍTICAS DE OPERACIÓN
Objetivo: Realizar la selección de los granos defectuosos Inicio: Granos fermentados y secos sin impurezas. Final: Granos fermentados, secos sin impurezas y sin granos defectuosos.

PROVEEDORES UNOCACE ELOY ALFARO ARAWI	PROCESO SELECCIÓN Flujo de Procesamiento código FP-001	CLIENTE Euromerck, Empresas chocolateras.
ENTRADAS Cacao seco, fermentado Y limpio		SALIDAS Cacao fermentado, seco, limpio y seleccionado
INDICADORES Control de peso	CONTROLES Peso de granos defectuosos	OBJETIVO Realizar la selección de los granos defectuosos
		REGISTROS MP-001; MP-002; RT-001

RECURSOS	
HUMANOS	FÍSICOS
Gerente de producción Gerente de Control de calidad Operarios	Maquinarias de la planta de producción Equipos de la planta de producción

6.3.1 FLUJO DE PROCESO DE TOSTADO

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DEL PROCESO DE TOSTADO		Código FP-001
Gerente de Producción	Operadores	Descripción
 <pre> graph TD Inicio([Inicio]) --> S1[1. Establecer parámetros de tostado] S1 --> S2[2. Verificar cantidad a tostar] S2 --> S3[3. Encender el equipo] S3 --> S4[4. Establecer los parámetros en el panel de control] S4 --> S5[5. Verificar tiempos de proceso] S5 --> S6[6. Extraer producto de la tostadora] S6 --> Fin([Fin]) </pre>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer los parámetros óptimos para el tostado, de acuerdo a los requerimientos del cliente. 2. Verificar la cantidad a tostar, registrando en el formato RT-001. 3. Pesar el producto, pasar por el tamiz vibratorio y anotar en el registro RT-001. 4. Realizar la selección manual y anotar los pesos en el registro RT-001. 5. Tostar el producto a las especificaciones que requiere el cliente y anotar los detalles en el registro RT-01. 6. Extraer el producto de la tostadora, y pasar al proceso de enfriamiento. 	

6.3.2 FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE TOSTADO

 	CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LICOR DE CACAO	Código FC-001
		Fecha:
RESPONSABLE:		

POLÍTICAS DE OPERACIÓN

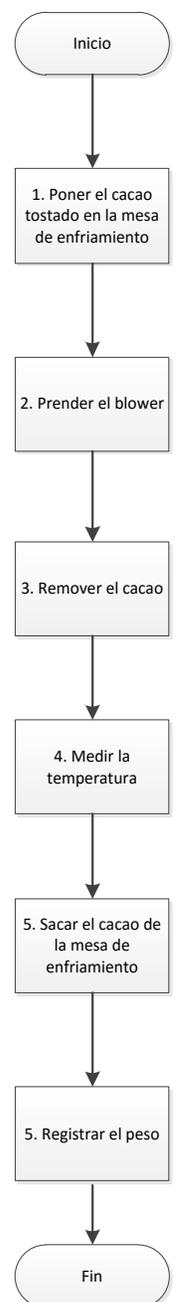
Objetivo: Tostar los granos de cacao a las especificaciones requeridas por el cliente.
 Inicio: Granos beneficiados (fermentados, secos, libre de impurezas y de cacaos defectuosos).
 Final: Granos beneficiados tostados.

PROVEEDORES	PROCESO	CLIENTE
UNOCACE ELOY ALFARO ARAWI	Tostar Flujo de Procesamiento código FP-001	Euromerck, Empresas chocolateras.
ENTRADAS		SALIDAS
Cacao seco, fermentado, limpio y seleccionado		Cacao tostado
INDICADORES	CONTROLES	OBJETIVO
Índice de humedad, índice de duración de tostado	Temperatura: 150 °C Tiempo: 45 min	Tostar el cacao de acuerdo a los parámetros establecidos.
		REGISTROS
		RT-001

RECURSOS

HUMANOS	FÍSICOS
Gerente de producción Gerente de Control de calidad Operarios	Maquinarias de la planta de producción Equipos de la planta de producción

6.4.1 FLUJO DE PROCESO DE ENFRIAMIENTO

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DEL PROCESO DE ENFRIAMIENTO		Código FP-001
Gerente de Producción	Operadores	Descripción
	 <pre> graph TD Inicio([Inicio]) --> A[1. Poner el cacao tostado en la mesa de enfriamiento] A --> B[2. Prender el blower] B --> C[3. Remover el cacao] C --> D[4. Medir la temperatura] D --> E[5. Sacar el cacao de la mesa de enfriamiento] E --> F[5. Registrar el peso] F --> Fin([Fin]) </pre>	<ol style="list-style-type: none"> Al sacar el cacao de la tostadora, colocar en la mesa de enfriamiento. Prender el blower para optimizar los tiempos de enfriamiento. Remover el cacao para lograr una uniformidad en el enfriamiento de cada lote. Medir la temperatura, para constatar que se llegue a 35 °C para poder seguir al siguiente proceso. Sacar el cacao en gavetas Pesar y registrar el mismo en el formato RT-001.

6.4.2 FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE ENFRIAMIENTO

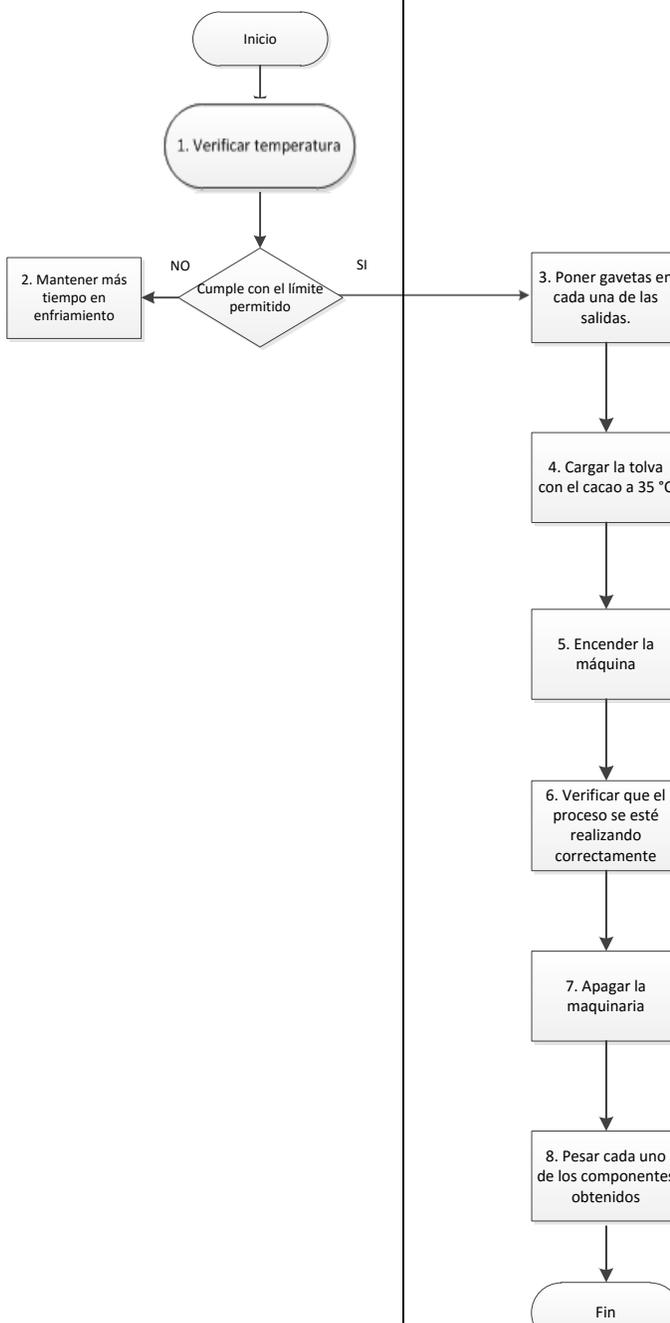
 	CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LICOR DE CACAO	Código FC-001
		Fecha:
RESPONSABLE:		

POLÍTICAS DE OPERACIÓN
Objetivo: Descender la temperatura a 35 °C. Inicio: Granos beneficiados tostados. Final: Granos beneficiados a a 35 °C.

PROVEEDORES UNOCACE ELOY ALFARO ARAWI	PROCESO ENFRIAMIENTO Flujo de Procesamiento código FP-001	CLIENTE Euromerck, Empresas chocolateras.
ENTRADAS Cacao Tostado		SALIDAS Cacao tostado, a 35 °C de temperatura
INDICADORES Indicador de temperatura. Indicador de peso	CONTROLES Temperatura: 35 °C Peso.	OBJETIVO Disminuir la temperatura para continuar al siguiente proceso
		REGISTROS RT-001

RECURSOS	
HUMANOS	FÍSICOS
Gerente de producción Gerente de Control de calidad Operarios	Maquinarias de la planta de producción Equipos de la planta de producción

6.5.1 FLUJO DE PROCESO DE DESCASCARILLADO

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DEL PROCESO DE DESCASCARILLADO		Código FP-001
Gerente de Producción	Operadores	Descripción
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar que la temperatura está en 35 °C para iniciar el proceso. 2. En caso de que la temperatura sea mayor a esta, mantener mayor cantidad de tiempo en la mesa de enfriamiento. 3. Poner gavetas en cada una de las salidas de la máquina (nibs de cacao, cascarilla, polvillo) 4. Cargar el cacao en la tolva de la máquina. 5. Encender la máquina. 6. Verificar que el proceso se esté realizando correctamente. 7. Apagar la máquina. 8. Pesar los subproductos obtenidos del proceso: nibs de cacao, cascarilla y polvillo. 	

6.5.2 FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE DESCASCARILLADO

 	CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LICOR DE CACAO	Código FC-001
		Fecha:
RESPONSABLE:		

POLÍTICAS DE OPERACIÓN
Objetivo: Trocear los granos y separar la cascarilla. Inicio: Granos beneficiados tostados y fríos. Final: Nibs de cacao separadas de la cascarilla.

PROVEEDORES UNOCACE ELOY ALFARO ARAWI	PROCESO DESCASCARILLADO Flujo de Procesamiento código FP-001	CLIENTE Euromerck, Empresas chocolateras.
ENTRADAS Cacao tostado y a 35 °C.		SALIDAS Nibs de cacao
INDICADORES Peso de nibs. Peso de cascarilla	CONTROLES Rendimiento del proceso	OBJETIVO Trocear el cacao y realizar la separación de la cascarilla
		REGISTROS RT-001

RECURSOS	
HUMANOS	FÍSICOS
Gerente de producción Gerente de Control de calidad Operarios	Maquinarias de la planta de producción Equipos de la planta de producción

6.6.1 FLUJO DE PROCESO DEL PRE MOLIDO Y MOLIDO

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DEL PREMOLIDO Y MOLIDO		Código FP-001
Gerente de Producción	Operadores	Descripción
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar pesos de nibs de cacao que van a ser pre molidos y molidos. 2. Registrar en los formatos RT-001. 3. Cargar los nibs de cacao en la tolva del molino de pines. 4. Encender la maquinaria. 5. Obtener el producto pre molido en gavetas para pasar al molido. 6. Cargar el producto pre molido y cargar en el molino de bolas. 7. Establecer los parámetros en el panel de mando, estableciendo la velocidad de molido y el tiempo. 8. Encender la maquinaria. 9. Posterior al tiempo establecido, tomar una muestra y verificar el tamaño de grano, en caso de que sea $> 25 \mu\text{m}$, dejar más tiempo en la cámara de molido. 10. En caso de que cumpliera con el requisito, sacar el producto para el tanque de dosificación.

6.6.2 FICHA DE CARACTERIZACIÓN DEL PREMOLIDO Y MOLIDO

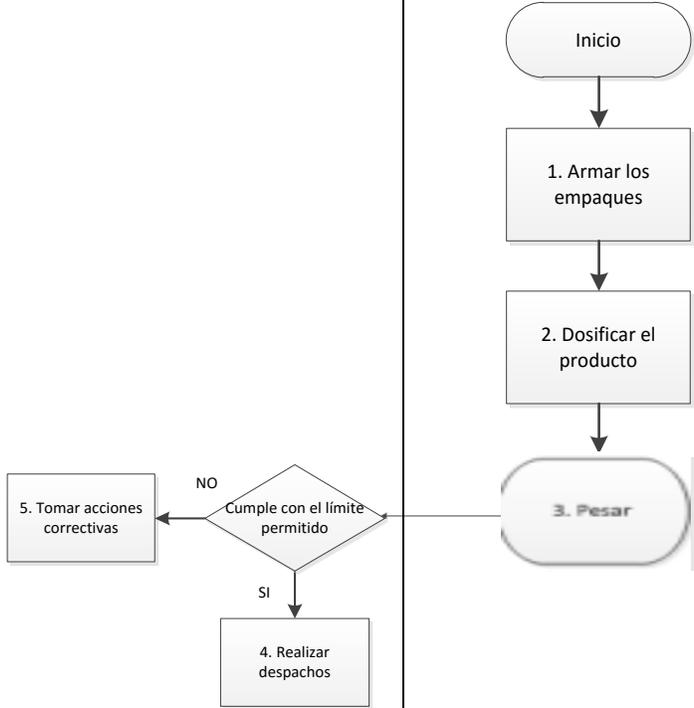
 	CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LICOR DE CACAO	Código FC-001
		Fecha:
RESPONSABLE:		

POLÍTICAS DE OPERACIÓN
Objetivo: Moler las nibs de cacao y obtener una pasta. Inicio: Nibs de cacao Final: Pasta de cacao

PROVEEDORES	PROCESO	CLIENTE	
UNOCACE ELOY ALFARO ARAWI	PRE MOLIDO Y MOLIDO Flujo de Procesamiento código FP-001	Euromerck, Empresas chocolateras.	
ENTRADAS		SALIDAS	
Nibs de cacao		Licor de cacao con micraje < 25 µm	
INDICADORES	CONTROLES	OBJETIVO	REGISTROS
Índice de velocidad de molido, índice de duración de molido, tamaño de grano	Velocidad: 250 rpm Tiempo: 120 min Tamaño de grano: < 25 µm	Moler el producto hasta obtener un tamaño de grano <25 µm	RT-002; RL-001; RL- 002

RECURSOS	
HUMANOS	FÍSICOS
Gerente de producción Gerente de Control de calidad Operarios	Maquinarias de la planta de producción Equipos de la planta de producción

6.7.1 FLUJO DE PROCESO DE EMPAQUE

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DEL PROCESO DE EMPAQUE		Código FP-001
Gerente de Producción	Operadores	Descripción
	 <pre> graph TD Inicio([Inicio]) --> A[1. Armar los empaques] A --> B[2. Dosificar el producto] B --> C([3. Pesar]) C --> D{Cumple con el límite permitido} D -- NO --> E[5. Tomar acciones correctivas] D -- SI --> F[4. Realizar despachos] </pre>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Armar los empaques, en los que irán despechados los productos. 2. Dosificar el producto en la cantidad requerida. 3. Pesar que cada unidad cumpla con el peso establecido. 4. Realizar revisión de cumplimiento de requisitos, en caso de que no se cumplan, realizar acciones correctivas. 5. En caso de que cumpla con los requisitos, realizar los despachos.

6.7.2 FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE EMPAQUE

 	CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LICOR DE CACAO	Código FC-001
		Fecha:
RESPONSABLE:		

POLÍTICAS DE OPERACIÓN
Objetivo: Empacar la pasta de cacao. Inicio: Pasta de cacao. Final: Pasta de cacao en funda BOPP y en un cartón corrugado

PROVEEDORES UNOCACE ELOY ALFARO ARAWI	PROCESO EMPACAR Flujo de Procesamiento código FP-001	CLIENTE Euromerck, Empresas chocolateras.
ENTRADAS Licor de cacao		SALIDAS Cajas de cartón con funda BOPP con licor de cacao de 25 kg.

INDICADORES Indicador de Peso	CONTROLES Pesaje del producto	OBJETIVO Realizar la dosificación en funda BOPP y caja de cartón.	REGISTROS RT-003; RL-001; RL- 002
--	---	--	--

RECURSOS	
HUMANOS	FÍSICOS
Gerente de producción Gerente de Control de calidad Operarios	Maquinarias de la planta de producción Equipos de la planta de producción

ANEXO XVIII

REGISTROS VALIDADOS DE LOS PROCESOS DE TOSTADO Y MOLIDO

Registro de Trazabilidad Interna Selección, Tostado y Descascarillado

VALENCORP

Responsable		Ing. Pablo Andrade Vega		Versión		Primera		Vigencia		2016			
Peso inicial		Selección (kg)			Tostado (kg)				Descascarillado (kg)			Observaciones	
Fecha	N° lote	Peso	Peso	Merma	Peso inicial	Peso final	Tiempo	T°	Merma	Polvillo	Nibs		Cascarilla
20-05-2016	AC01160520	66,20	66,00	4,60	61,25	57,90	30 min	130°C	3,35	5,35	46,0	6,25	Piedras Tostado
20-05-2016	AC01160520	66,50	66,25	5,80	60,50	57,72	30 min	130°C	2,78	4,45	48,05	5,65	Piedras
23-05-2016	AC01160520	66,15	65,95	3,90	61,80	59,15	30 min	130°C	1,65	5,15	48,55	5,35	
23-05-2016	AC01160520	66,15	65,95	5,90	59,90	57,8	30 min	130°C	2,10	4,26	49,60	4,26	
24-05-2016	AC01160520	66,05	65,60	3,60	62,00	59,95	30 min	130°C	2,05	7,85	50,45	5,90	Piedras
24-05-2016	AC01160520	66,30	65,80	4,75	61,00	58,8	30 min	130°C	2,2	4,47	47,67	6,43	Piedras
24-05-2016	AC01160520	66,30	65,80	4,75	61,00	58,8	30 min	130°C	2,2	4,47	47,67	6,43	
25-05-2016	AC01160520	68,85	68,50	3,85	64,65	62,3	30 min	130°C	2,35	5,32	50,74	6,24	
25-05-2016	AC01160520	66,15	65,95	4,3	61,65	57,75	30 min	130°C	1,9	4,75	49,89	5,31	
25-05-2016	AC01160520	65,45	65,00	4,1	60,9	59,05	30 min	130°C	1,85	4,83	48,41	5,81	
25-05-2016	AC01160520	66,15	66,00	3,7	62,3	59,9	30 min	130°C	2,4	5,16	48,53	6,21	
25-05-2016	AC01160520	66,20	66,00	5,2	60,8	59,1	30 min	130°C	1,70	9,41	49,28	5,41	
25-05-2016	AC01160520	66,0	65,80	4,8	61,0	58,2	30 min	130°C	2,8	5,22	46,67	6,31	
25-05-2016	AC01160520	66,10	65,85	3,9	61,95	58,8	30 min	130°C	3,15	4,51	48,57	5,72	
25-05-2016	AC01160520	67,70	67,40	4,2	63,2	60,6	30 min	130°C	2,6	4,81	49,56	6,23	
25-05-2016	AC01160520	64,85	64,50	4,7	59,8	56,4	30 min	130°C	3,4	4,35	49,71	5,74	
25-05-2016	AC01160520	65,90	65,50	3,8	61,7	59,55	30 min	130°C	2,15	5,17	48,14	6,24	
25-05-2016	AC01160520	65,45	65,05	3,2	61,85	59,45	30 min	130°C	2,90	5,68	47,6	6,17	

Registro de Trazabilidad Interna Premolido y Molido

VALENCORP

Responsable		Ing. Pablo Andrade		Versión		Primera		Vigencia		2016			
Pre-molido (kg)				Molido (kg)									
Fecha	N° Lote	Peso inicial	Peso final	Merma	Peso Inicial	Peso final	Tamaño partícula	Tiempo (min)	Velocidad (rpm)	Observaciones			
28-05-2016	AC01160520	46,35	46,00	0,35									Pieza Manteca
18-05-2016	AC01160520	52,05	51,60	0,45	51,60	50,85	15 um	120	2500				Practas
23-05-2016	AC01160520	53,50											
23-05-2016	AC01160520	49,86											
23-05-2016	AC01160520	58,3	264	5,86	264	263	15 um	120	2500				
24-05-2016	AC01160520	52,14											
24-05-2016	AC01160520	56,06											
24-05-2016	AC01160520	54,44											
24-05-2016	AC01160520	53,24											
24-05-2016	AC01160520	53,69	262,8	4,17	262,8	262,0	15 um	120	2500				
25-05-2016	AC01160520	53,71											
25-05-2016	AC01160520	51,89											